

Explorer comment différentes pratiques d'aménagements forestiers ont affecté la capacité d'adaptation des peuplements forestiers du nord-est du Canada

Samuel Royer-Tardif



Isabelle Aubin



Julien Bellerose



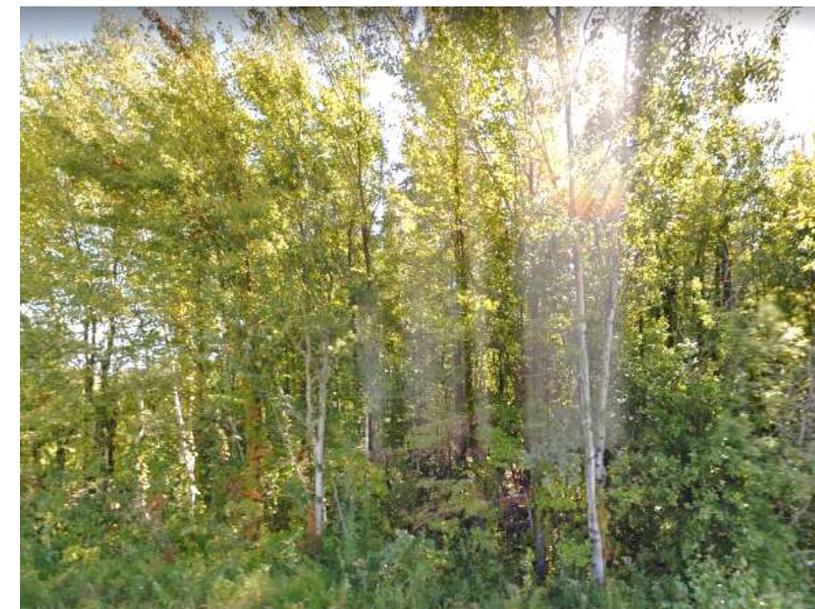
Frédéric Doyon



Julie Godbout



Benjamin Marquis



Explorer comment différentes pratiques d'aménagements forestiers ont affecté la capacité d'adaptation des peuplements forestiers du nord-est du Canada

Samuel Royer-Tardif



Isabelle Aubin



Julien Bellerose



Frédéric Doyon



Julie Godbout



Benjamin Marquis



Forêt faiblement aménagée

Explorer comment différentes pratiques d'aménagements forestiers ont affecté la capacité d'adaptation des peuplements forestiers du nord-est du Canada

Samuel Royer-Tardif



Isabelle Aubin



Julien Bellerose



Frédéric Doyon



Julie Godbout



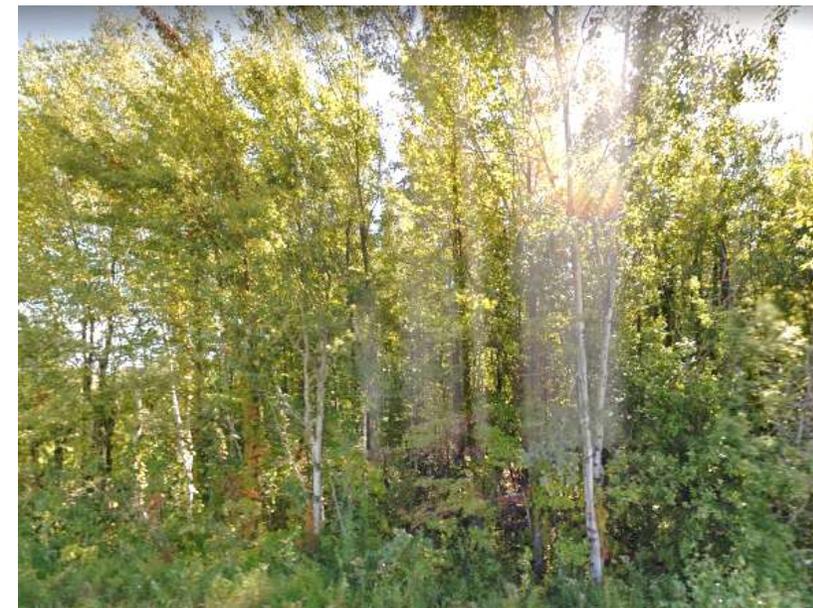
Benjamin Marquis



Forêt faiblement aménagée



Forêt aménagée pour la production de sirop d'érable



Explorer comment différentes pratiques d'aménagements forestiers ont affecté la capacité d'adaptation des peuplements forestiers du nord-est du Canada

Samuel Royer-Tardif



Isabelle Aubin



Julien Bellerose



Frédéric Doyon



Julie Godbout



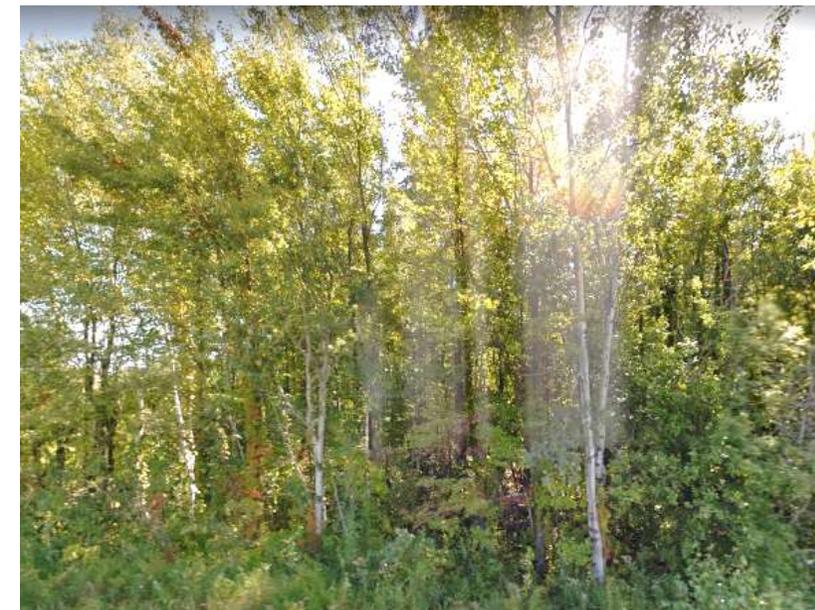
Benjamin Marquis



Forêt faiblement aménagée



Forêt aménagée pour la production de sirop d'érable



Forêt secondaire régénérée sur terre agricole

Vulnérabilité
(changements climatiques)

Vulnérabilité
(changements climatiques)



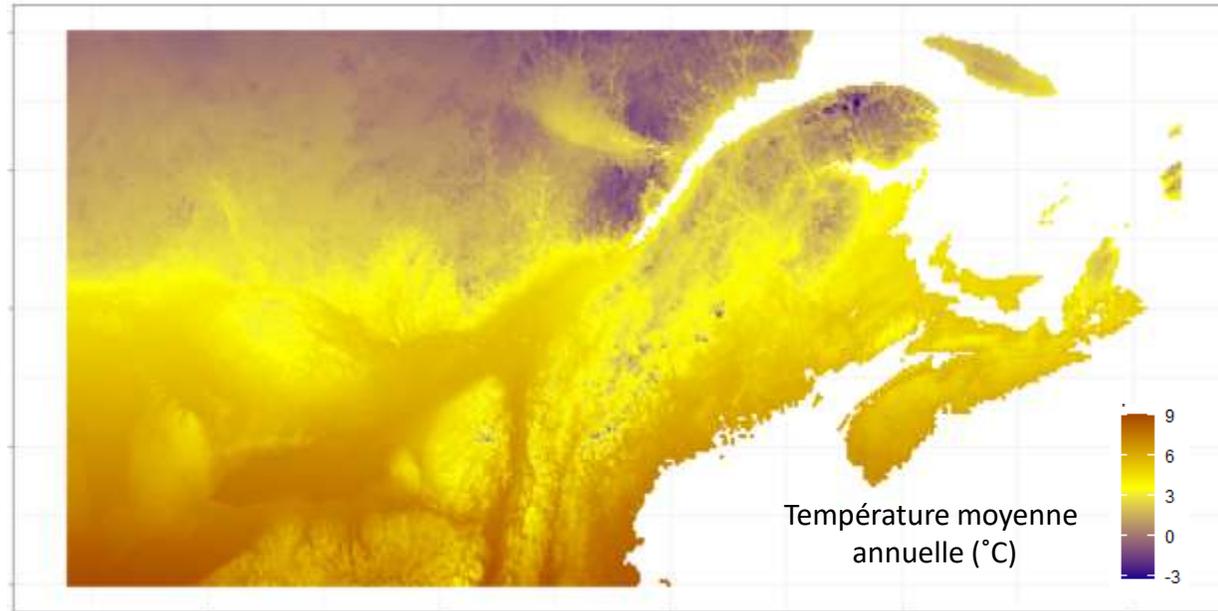
Exposition



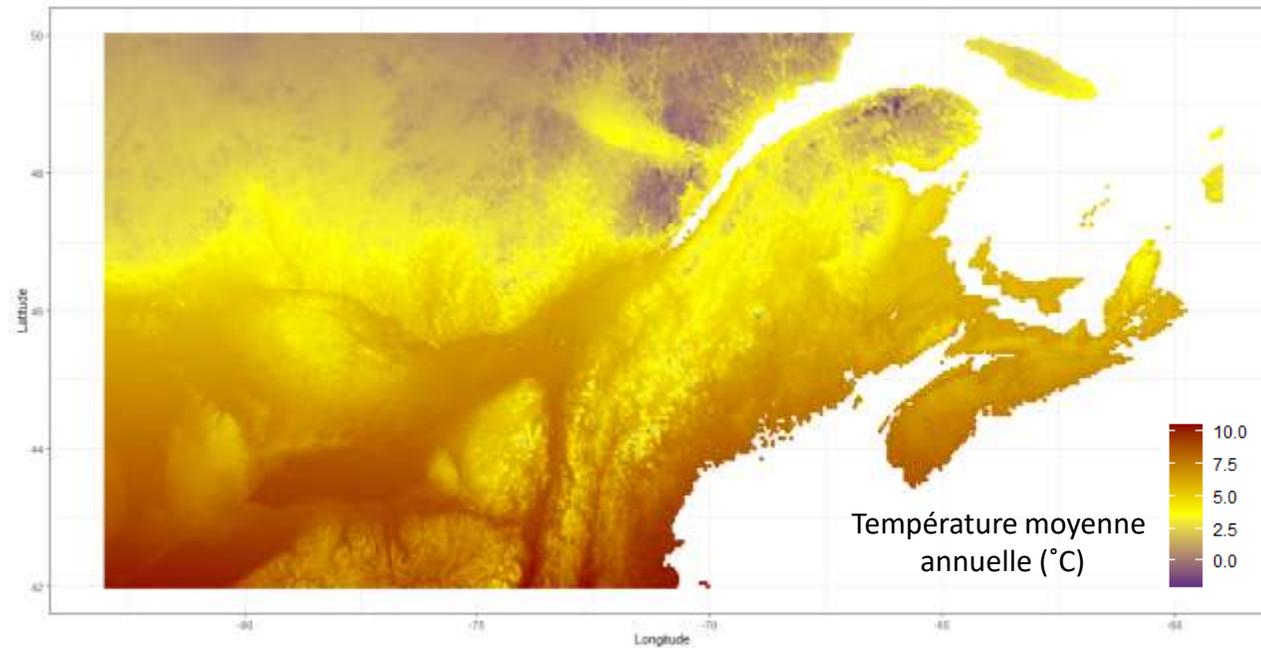
Sensibilité

Exposition

1901-1922



2000-2021



$$\text{Vulnérabilité (changements climatiques)} = \text{Exposition} + \text{Sensibilité}$$

Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité

Tolérance au gel
(-2, -4, -6 °C)



Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité

Tolérance au gel
(-2, -4, -6 °C)



Sécheresse



Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition

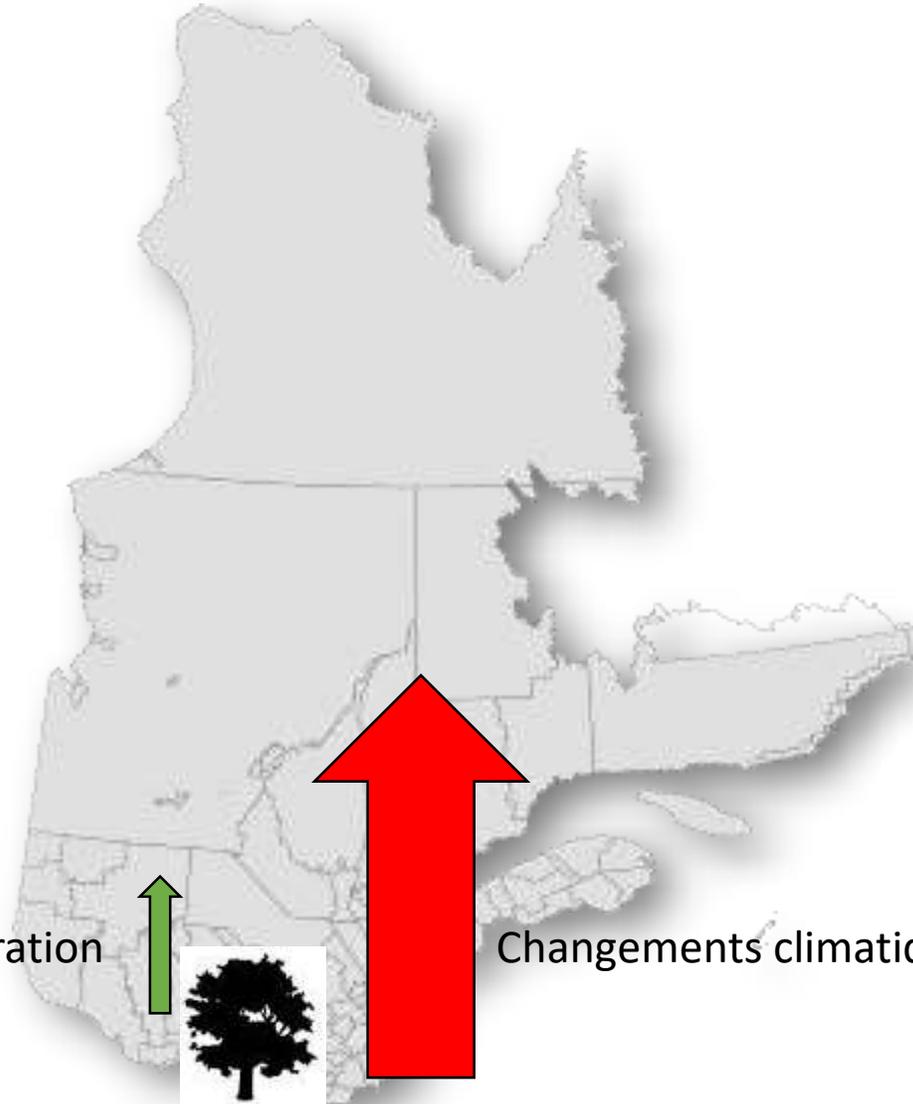


Sensibilité

Vitesse de migration



Changements climatiques



Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité

**Difficulté à suivre
leur niche climatique**

Vitesse de migration



Changements climatiques



Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité

Dispersal-based scenarios for Canadian trees show limited range tracking under climate change (Laura Boisvert-Marsh et al.)

**Difficulté à suivre
leur niche climatique**

Vitesse de migration



Changements climatiques



Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité

Dispersal-based scenarios for Canadian trees show limited range tracking under climate change (Laura Boisvert-Marsh et al.)

**Difficulté à suivre
leur niche climatique**

**Survie dépend de
la capacité d'adaptation**

Vitesse de migration



Changements climatiques



Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité



Capacité d'adaptation

Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité



Capacité d'adaptation

Ecology and Evolution Open Access

ORIGINAL RESEARCH | Open Access |

Finding common ground: Toward comparable indicators of adaptive capacity of tree species to a changing climate

Samuel Royer-Tardif Laura Boisvert-Marsh, Julie Godbout, Nathalie Isabel, Isabelle Aubin

First published: 02 September 2021 | <https://doi.org/10.1002/ece3.8024> | Citations: 2

Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité



Capacité d'adaptation



1) Plasticité phénotypique individuelle (court terme)

Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité

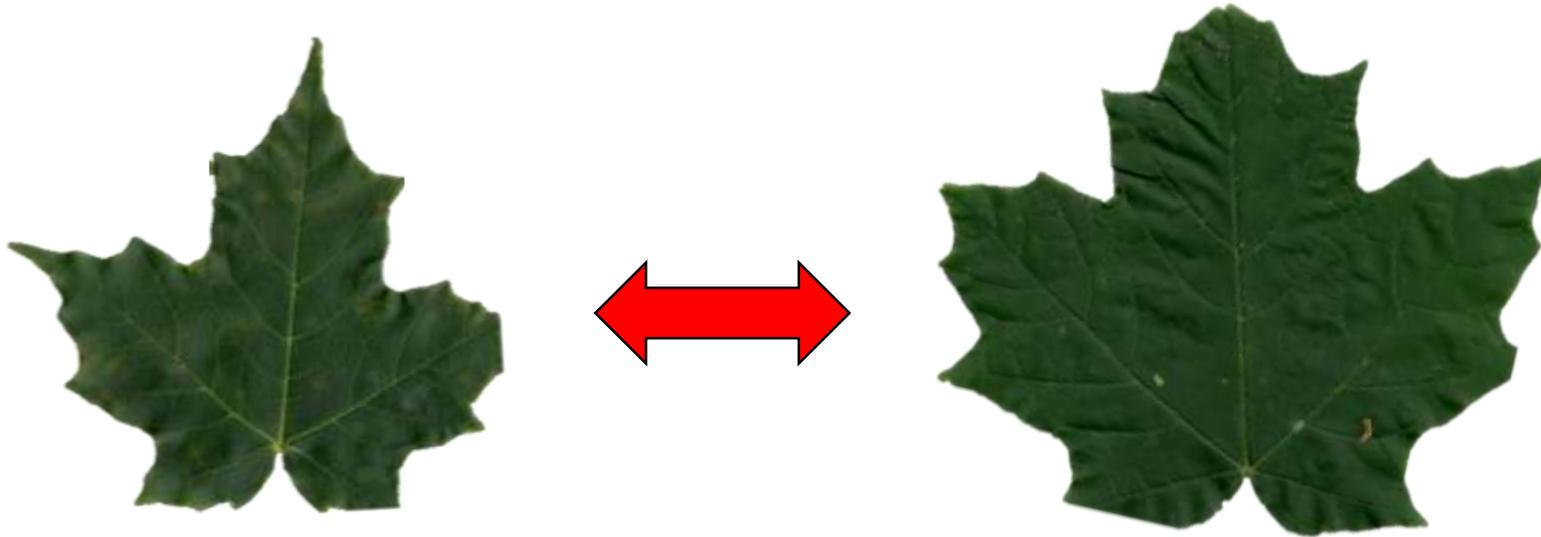


Capacité d'adaptation



1) Plasticité phénotypique individuelle (court terme)

même génotype



Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité

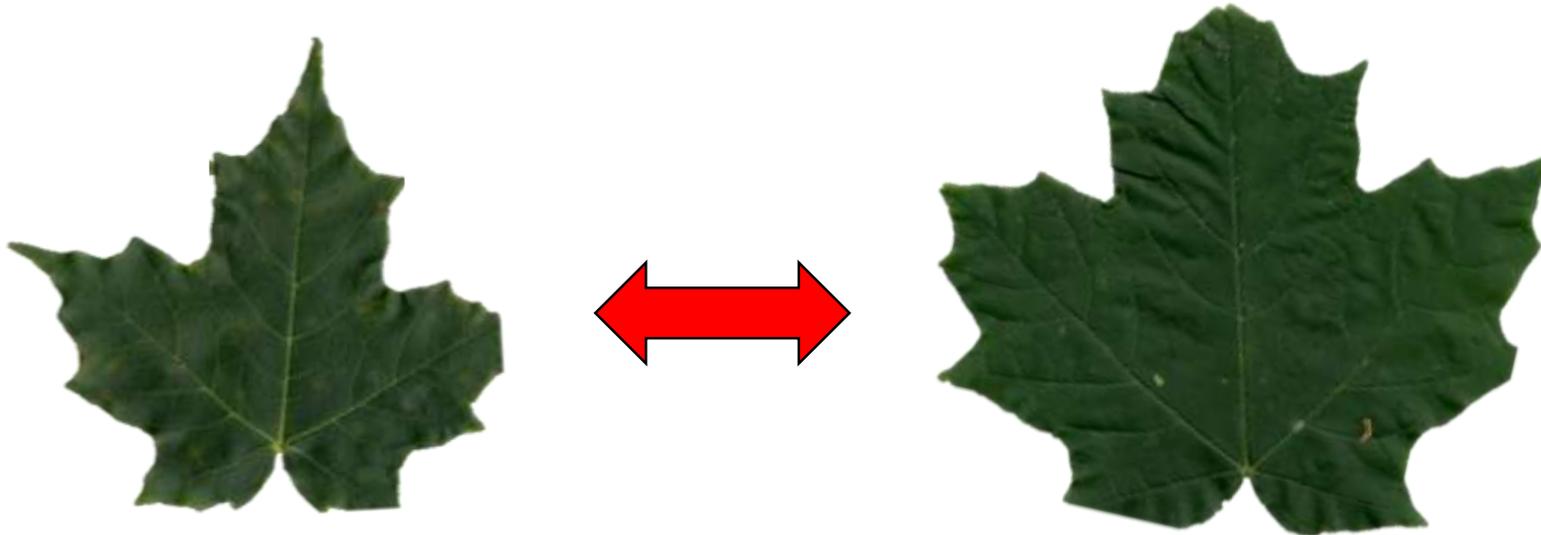


Capacité d'adaptation



1) Plasticité phénotypique individuelle (court terme)

même génotype



Augmente la gamme de condition sous lesquelles un individu peut survivre, se reproduire, croître.

Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité



Capacité d'adaptation



1) Plasticité phénotypique individuelle

2) Variation en plasticité phénotypique au sein de la population

Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité



Capacité d'adaptation

Ecology and Evolution Open Access

ORIGINAL RESEARCH | Open Access |

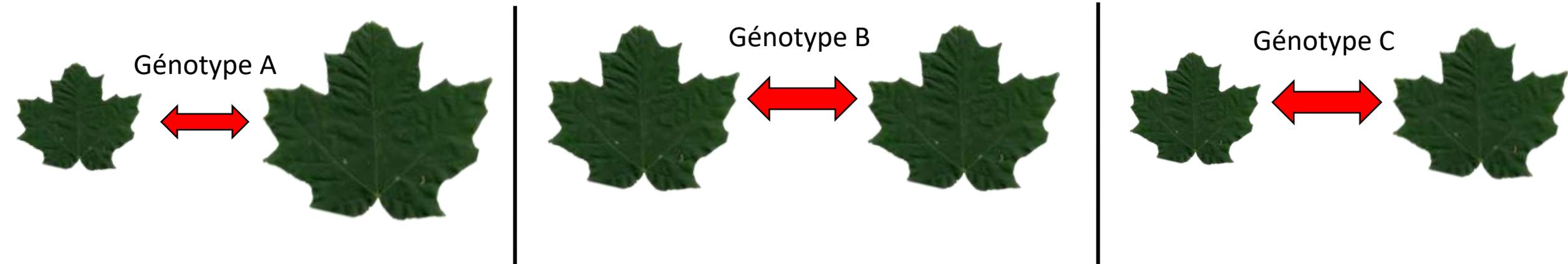
Finding common ground: Toward comparable indicators of adaptive capacity of tree species to a changing climate

Samuel Royer-Tardif Laura Boisvert-Marsh, Julie Godbout, Nathalie Isabel, Isabelle Aubin

First published: 02 September 2021 | <https://doi.org/10.1002/ece3.8024> | Citations: 2

1) Plasticité phénotypique individuelle

2) Variation en plasticité phénotypique au sein de la population



Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité



Capacité d'adaptation

Ecology and Evolution Open Access

ORIGINAL RESEARCH | Open Access |

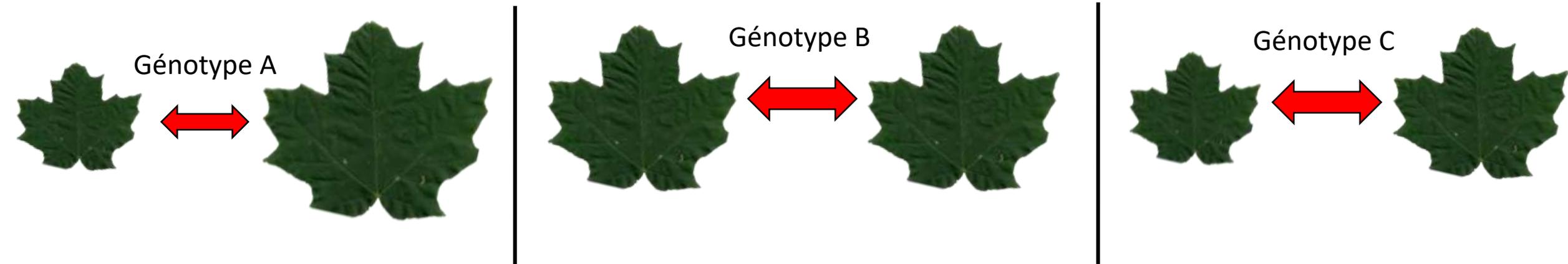
Finding common ground: Toward comparable indicators of adaptive capacity of tree species to a changing climate

Samuel Royer-Tardif , Laura Boisvert-Marsh, Julie Godbout, Nathalie Isabel, Isabelle Aubin

First published: 02 September 2021 | <https://doi.org/10.1002/ece3.8024> | Citations: 2

1) Plasticité phénotypique individuelle

2) Variation en plasticité phénotypique au sein de la population



Augmente les chances qu'un génotype
soit adapté aux conditions du futur

Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité



Capacité d'adaptation



- 1) Plasticité phénotypique individuelle
- 2) Variation en plasticité phénotypique au sein de la population
- 3) Niveau d'échange génétique intra-population

Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité



Capacité d'adaptation



1) Plasticité phénotypique individuelle

2) Variation en plasticité phénotypique au sein de la population

3) Niveau d'échange génétique intra-population

Nouvel indice: NVSGD Nombre de graines viable génétiquement différente sur une période de 40 ans ajusté pour la capacité de dispersion et le potentiel pour le mixage génétique

Composante 3 de l'adaptation: échange génétique (nombre de graine génétique distincte)



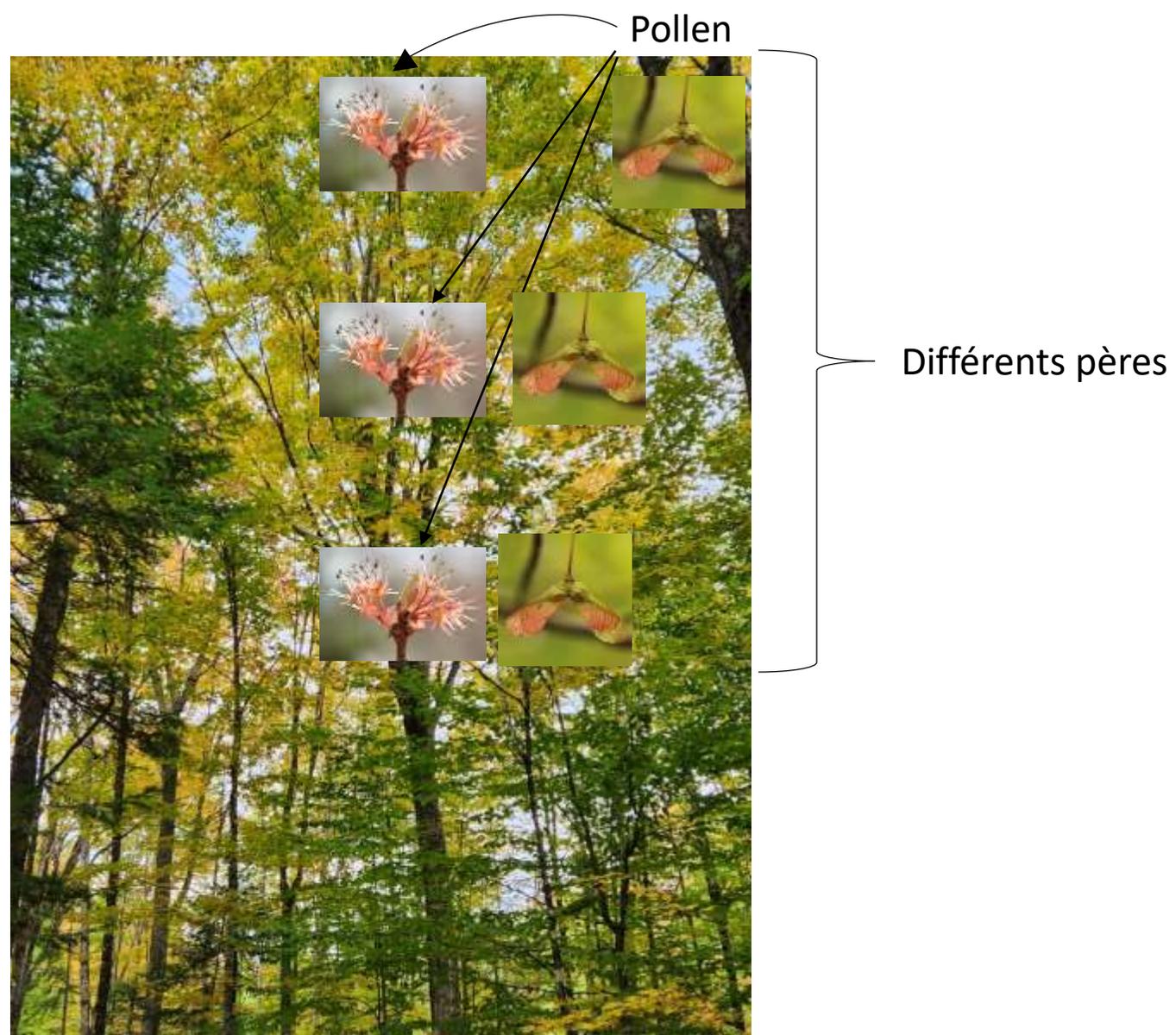
Composante 3 de l'adaptation: échange génétique (nombre de graine génétique distincte)



Composante 3 de l'adaptation: échange génétique (nombre de graine génétique distincte)



Composante 3 de l'adaptation: échange génétique (nombre de graine génétique distincte)



Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité



Capacité d'adaptation



- 1) Plasticité phénotypique individuelle
- 2) Variation en plasticité phénotypique au sein de la population
- 3) Niveau d'échange génétique intra-population
- 4) Niveau d'échange génétique entre les populations

Vulnérabilité
(changements climatiques)



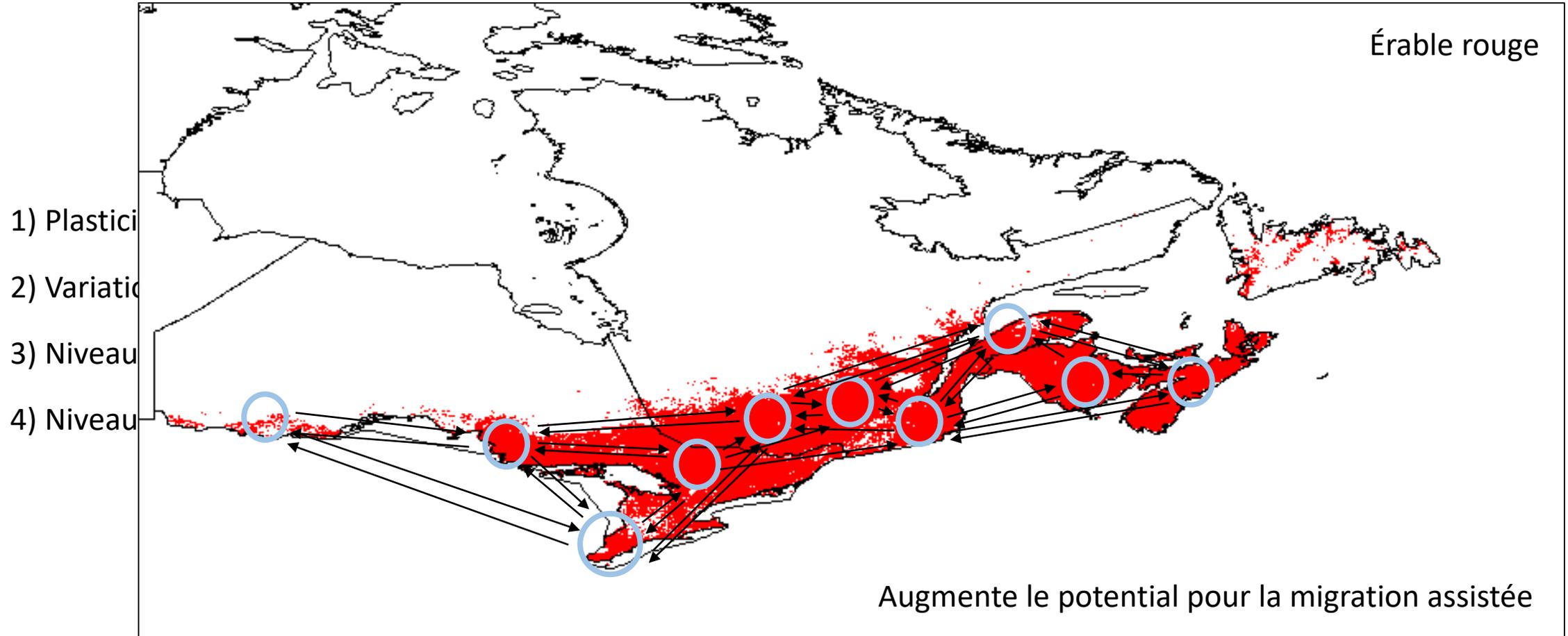
Exposition



Sensibilité



Capacité d'adaptation



Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité



Capacité d'adaptation



- 1) Plasticité phénotypique individuelle
- 2) Variation en plasticité phénotypique au sein de la population
- 3) Niveau d'échange génétique intra-population
- 4) Niveau d'échange génétique entre les populations
- 5) Niveau d'échange génétique entre espèces (hybridation)

Vulnérabilité
(changements climatiques)



Exposition



Sensibilité



Capacité d'adaptation

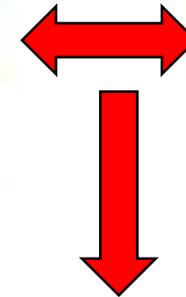


- 1) Plasticité phénotypique individuelle
- 2) Variation en plasticité phénotypique au sein de la population
- 3) Niveau d'échange génétique intra-population
- 4) Niveau d'échange génétique entre les populations
- 5) Niveau d'échange génétique entre espèces (hybridation)

Espèce A



Espèce B



Espèce AB

Étude de cas terrain

Étude de cas terrain

Appliquer le cadre théorique pour explorer si l'aménagement forestier avait affecté la capacité d'adaptation des peuplements forestiers

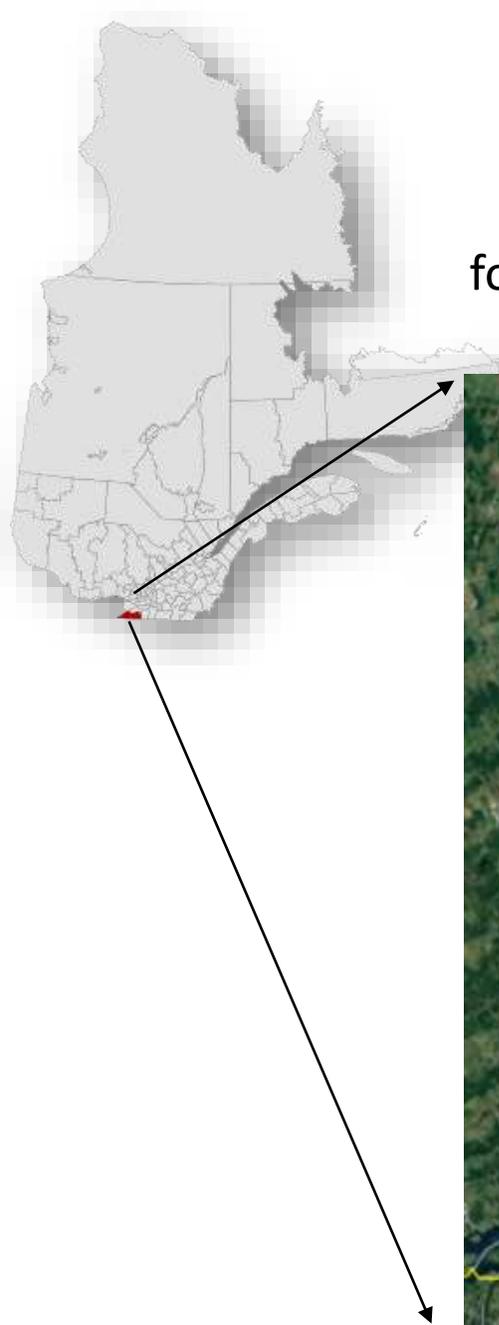
Étude de cas terrain

Appliquer le cadre théorique pour explorer si l'aménagement forestier avait affecté la capacité d'adaptation des peuplements forestiers



Étude de cas terrain

Appliquer le cadre théorique pour explorer si l'aménagement forestier avait affecté la capacité d'adaptation des peuplements forestiers



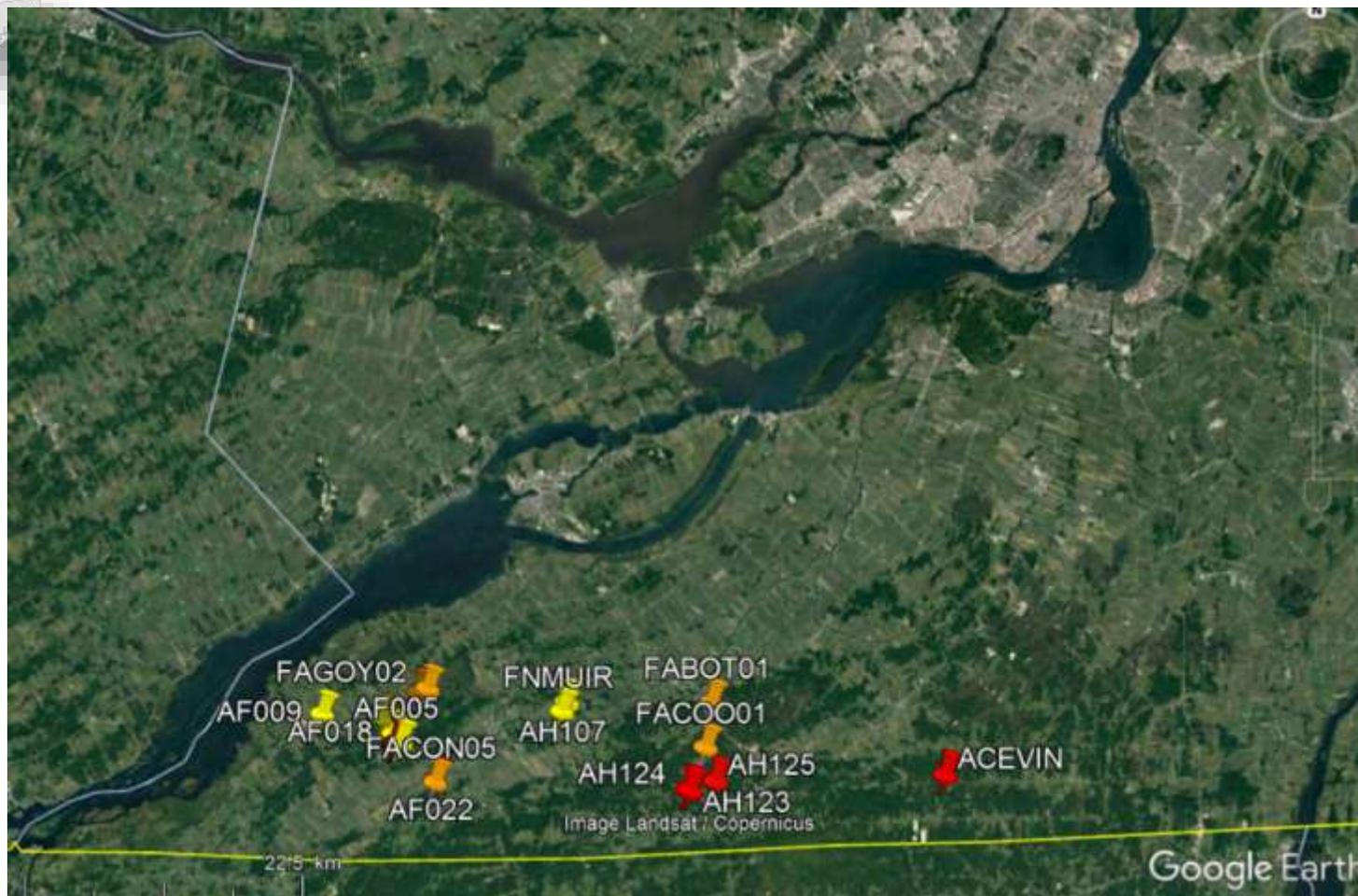
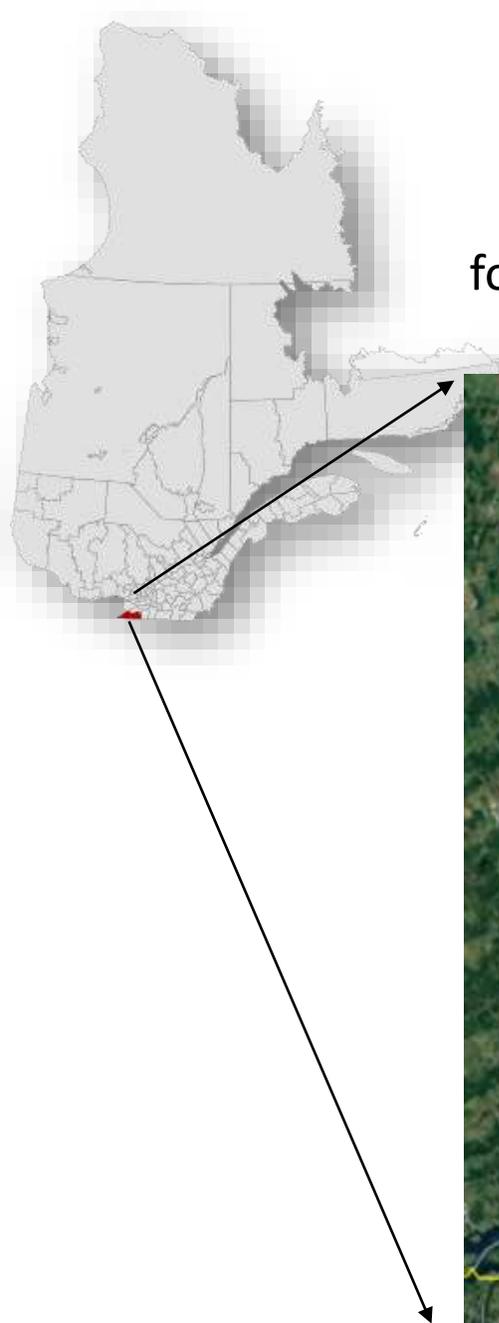
Étude de cas terrain

Appliquer le cadre théorique pour explorer si l'aménagement forestier avait affecté la capacité d'adaptation des peuplements forestiers

Forêt secondaire

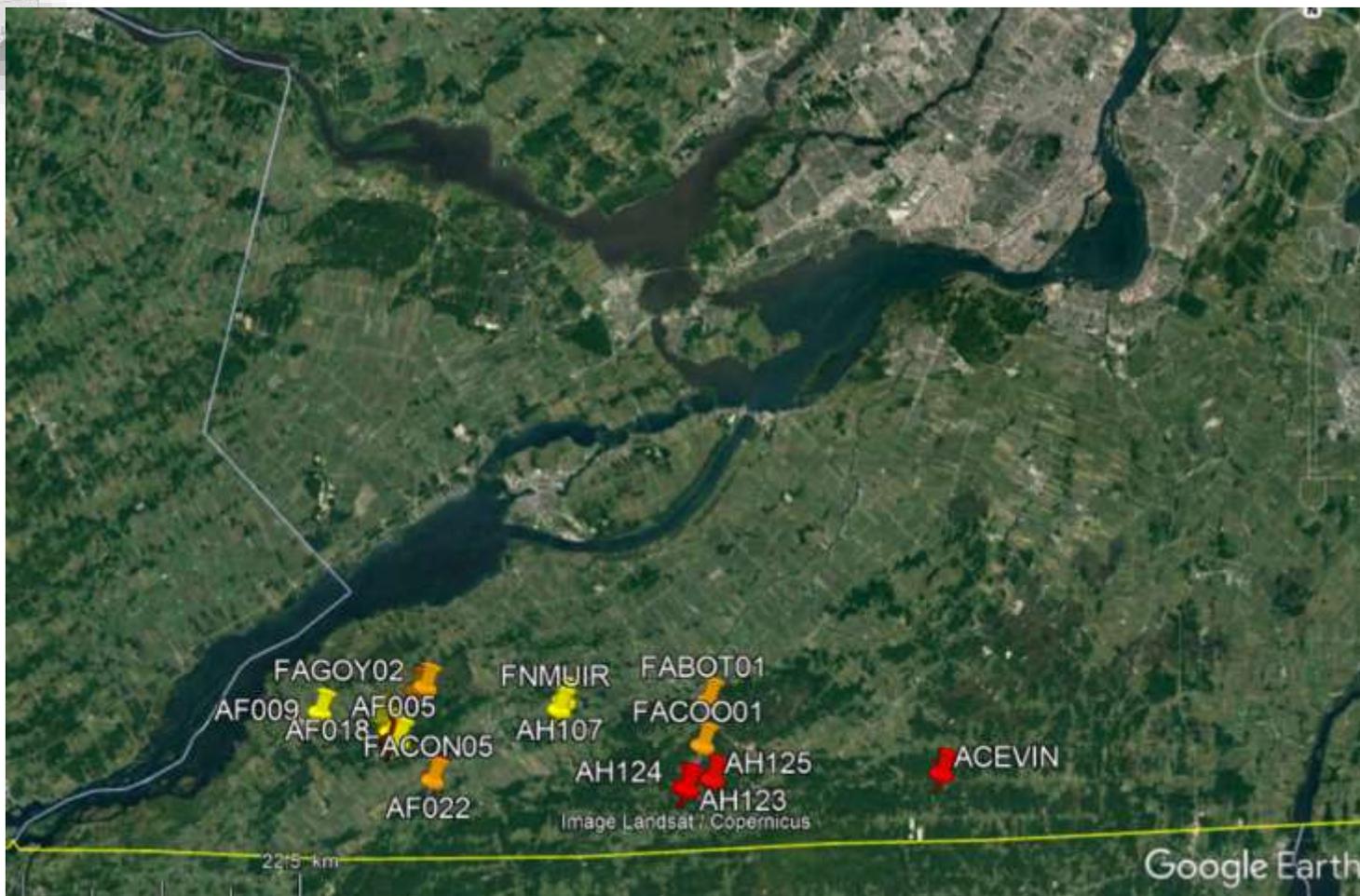
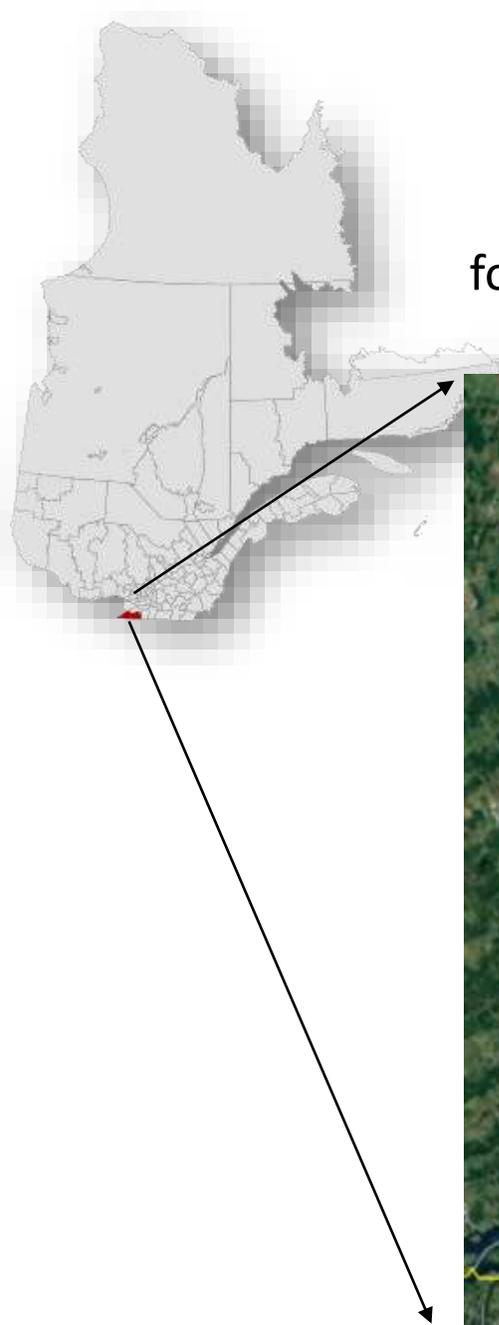


n=6



Étude de cas terrain

Appliquer le cadre théorique pour explorer si l'aménagement forestier avait affecté la capacité d'adaptation des peuplements forestiers



Forêt secondaire



n=6

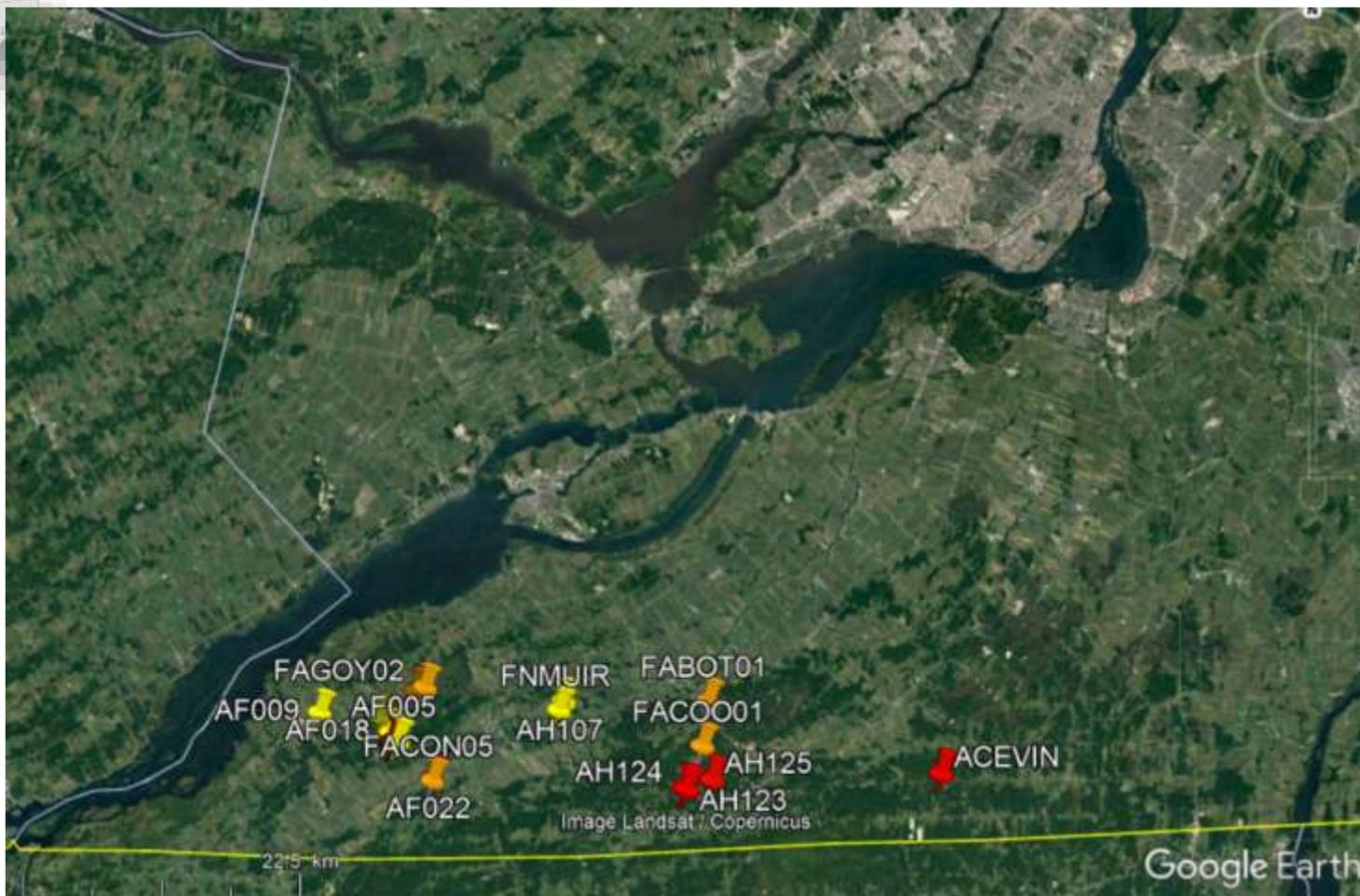
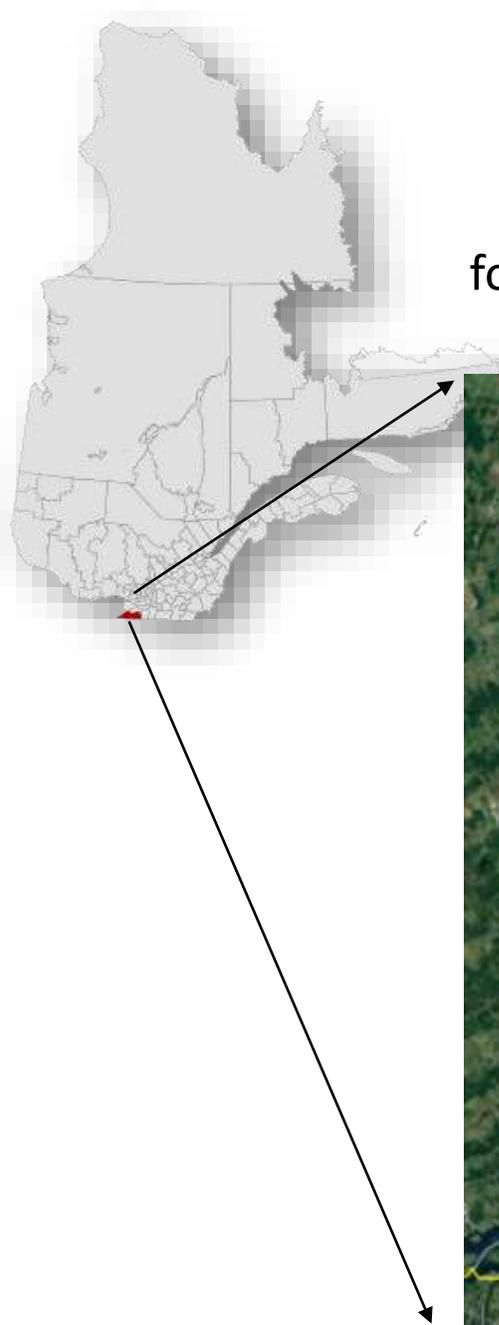
Forêt aménagée
production de sirop d'érable



n=6

Étude de cas terrain

Appliquer le cadre théorique pour explorer si l'aménagement forestier avait affecté la capacité d'adaptation des peuplements forestiers



Forêt secondaire



n=6

Forêt aménagée
production de sirop d'érable



n=6

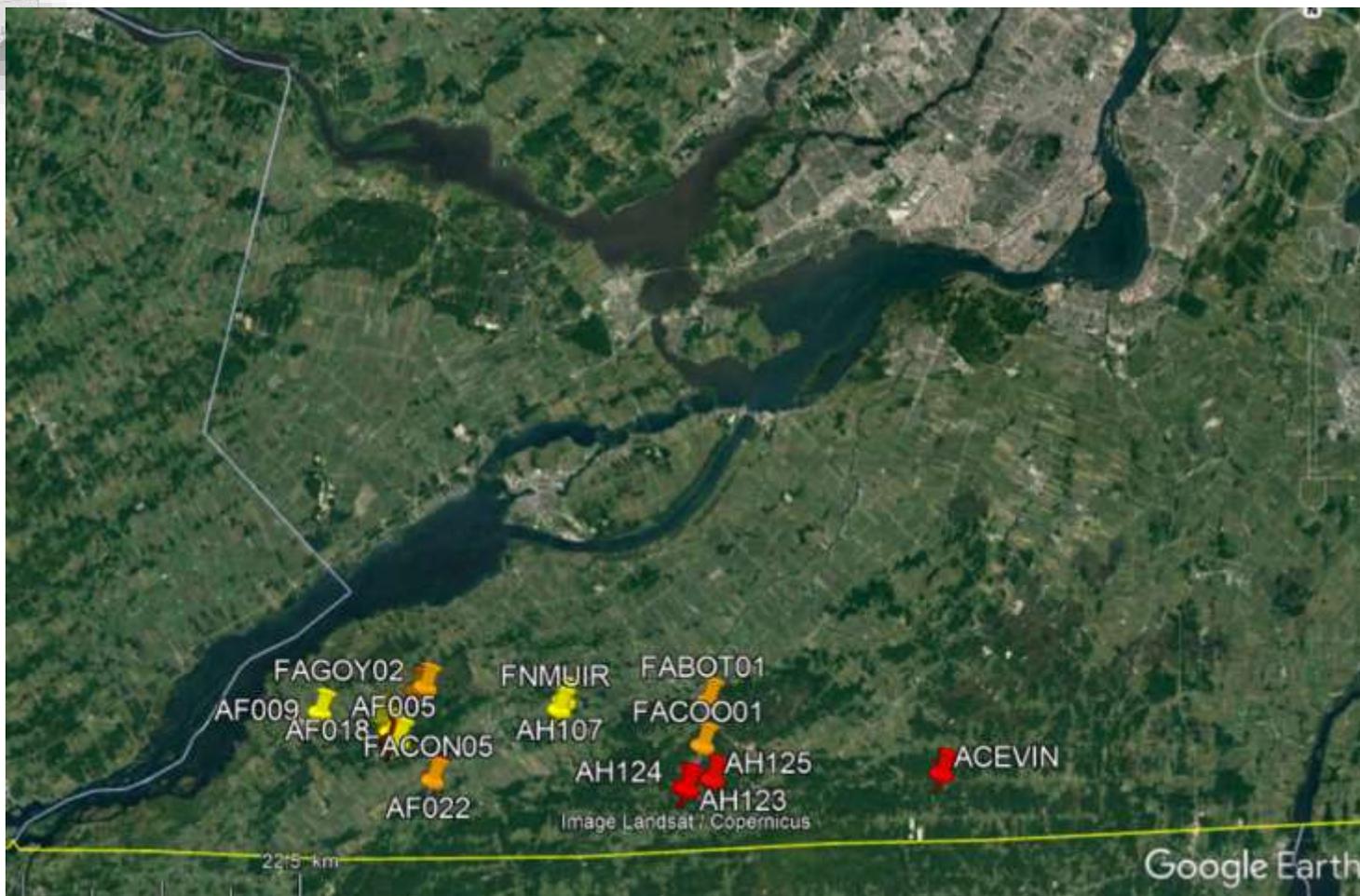
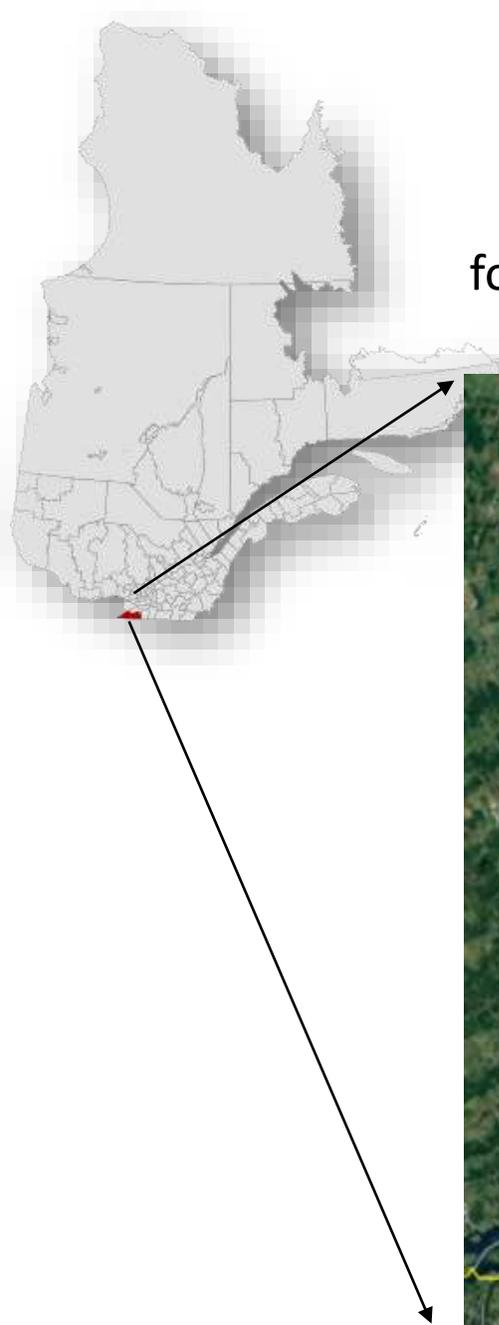
Forêt faiblement aménagée



n=6

Étude de cas terrain

Appliquer le cadre théorique pour explorer si l'aménagement forestier avait affecté la capacité d'adaptation des peuplements forestiers



Forêt secondaire



n=6

Forêt aménagée
production de sirop d'érable



n=6

Forêt faiblement aménagée



n=6

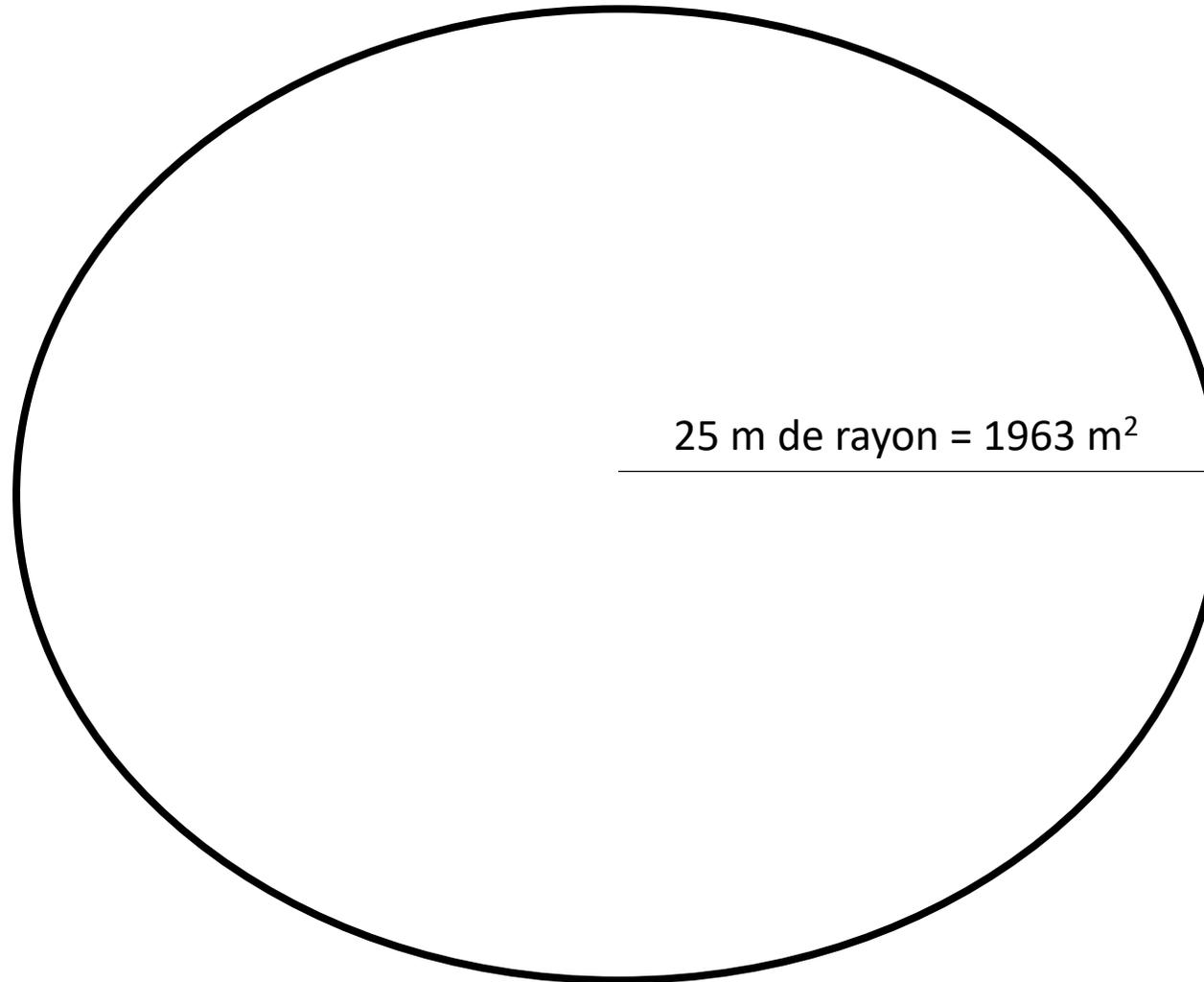
Pas considéré l'échange génétique entre les populations ni l'hybridation

Parcelles à un site d'étude

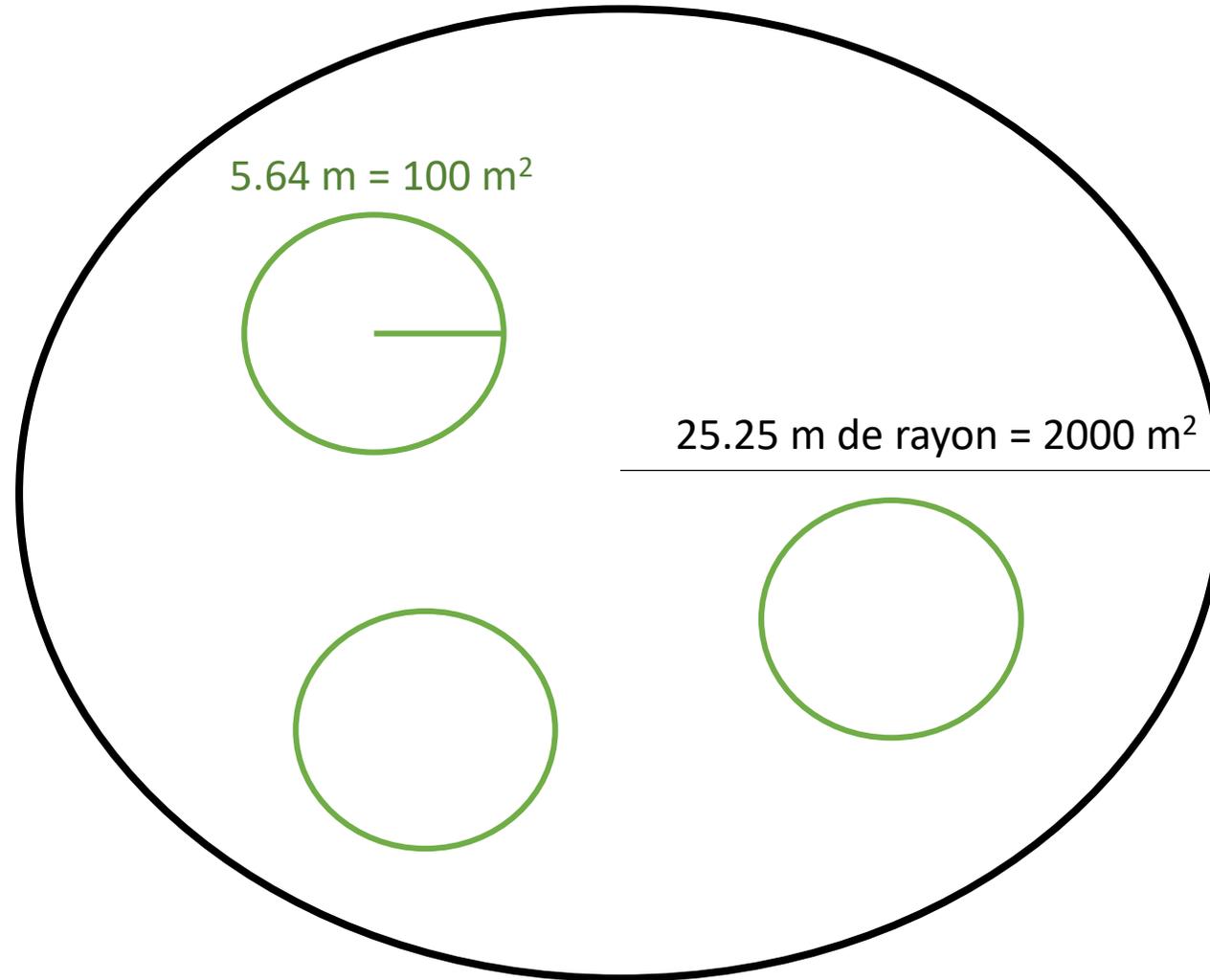
Strate de végétation

Arbre mature (canopée) —
> 5 cm DHP

- DHP + Nombre de tige



Parcelles à un site d'étude



Strate de végétation

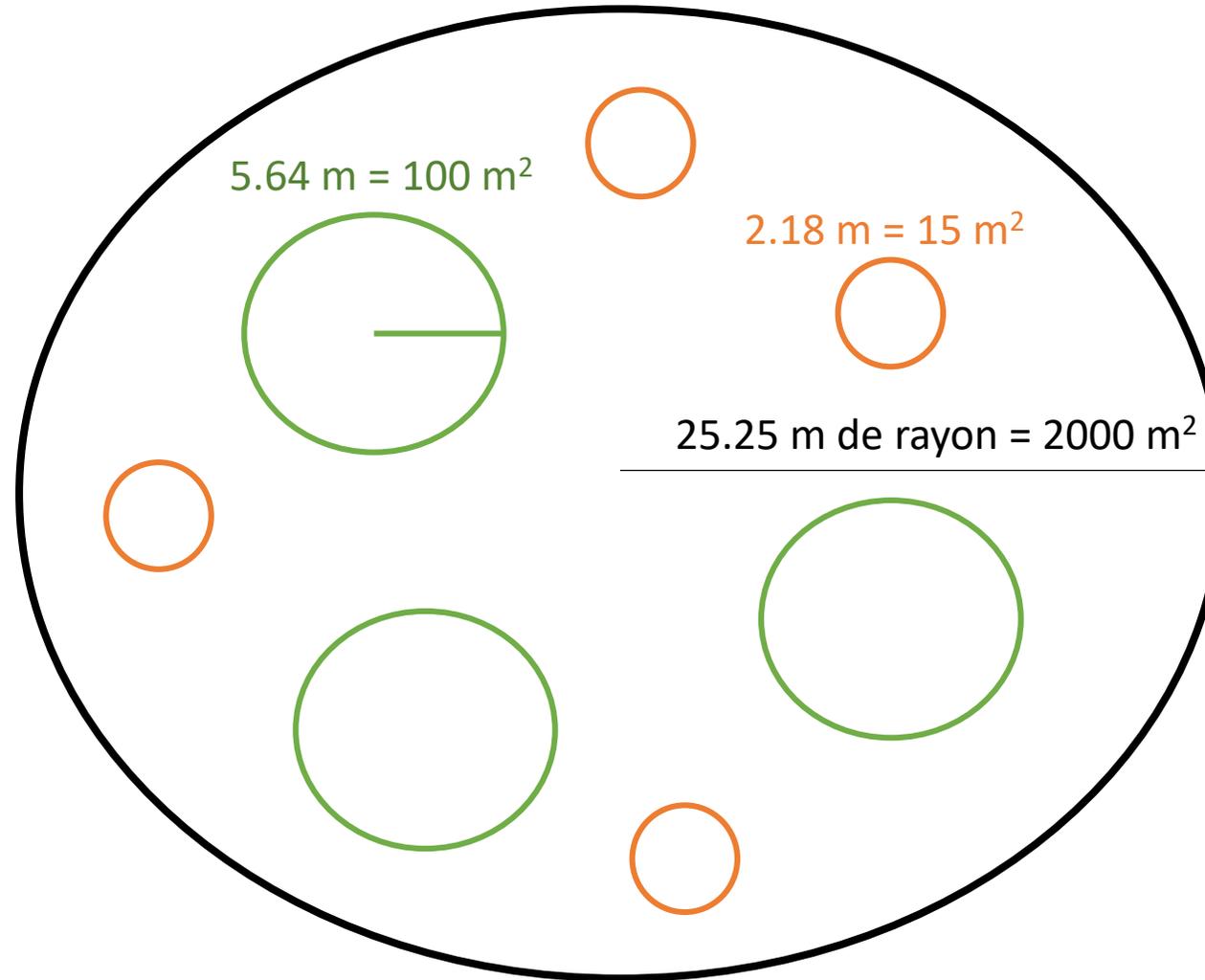
Arbre mature (canopée) —
> 5 cm DHP

- DHP + Nombre de tige

gaule 3 parcelles —
< 5 cm DHP)

- Nombre de tige

Parcelles à un site d'étude



Strate de végétation

Arbre mature (2000 m²)
> 5 cm DHP

- DHP + Nombre de tige

gaule (3 parcelles = 300 m²)
< 5 cm DHP)

- Nombre de tige

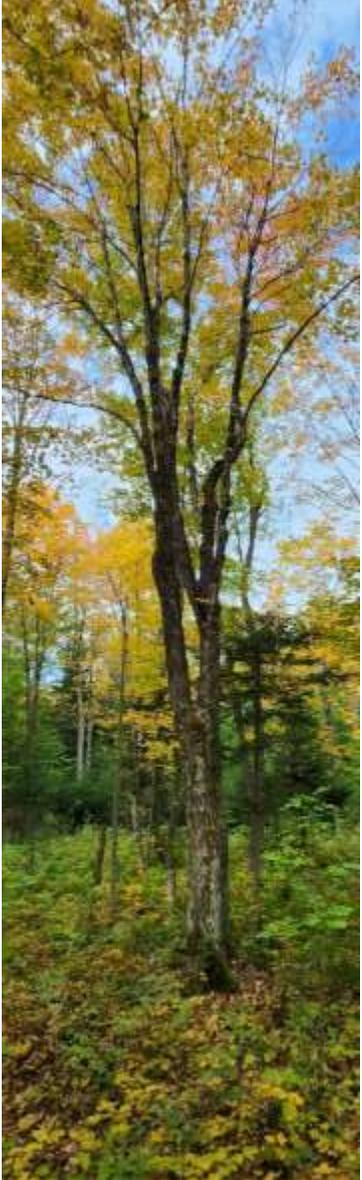
Semis (4 parcelles = 60 m²)

- Nombre de tige

Mesure précise sur 15 espèces d'arbres représente ~ 80 % abondance

Composante 1 de l'adaptation: Plasticité phénotypique (Surface foliaire spécifique, SLA)

Composante 1 de l'adaptation: Plasticité phénotypique (Surface foliaire spécifique, SLA)



Composante 1 de l'adaptation: Plasticité phénotypique (Surface foliaire spécifique, SLA)

Gradient lumière



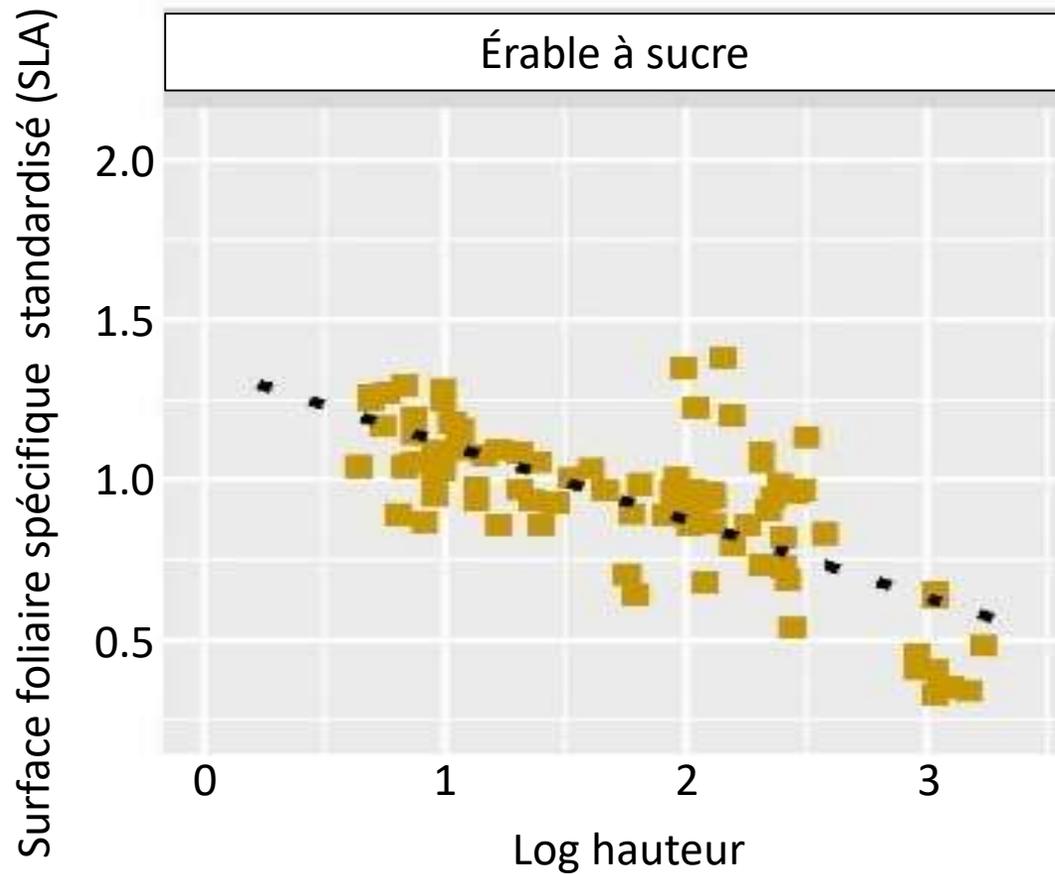
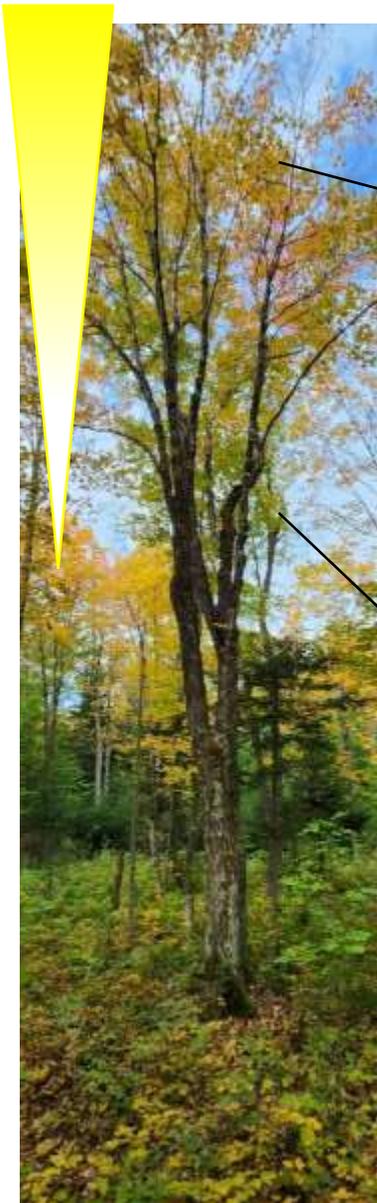
Composante 1 de l'adaptation: Plasticité phénotypique (Surface foliaire spécifique, SLA)

Gradient lumière



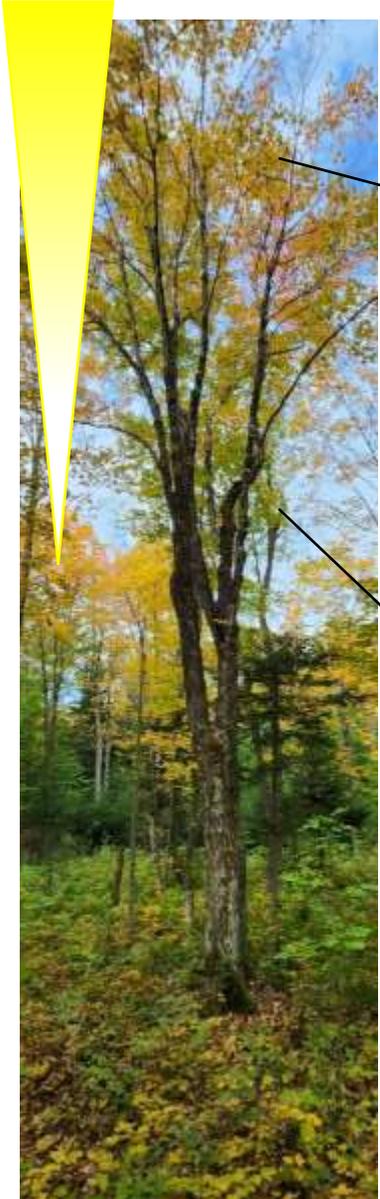
Composante 1 de l'adaptation: Plasticité phénotypique (Surface foliaire spécifique, SLA)

Gradient lumière

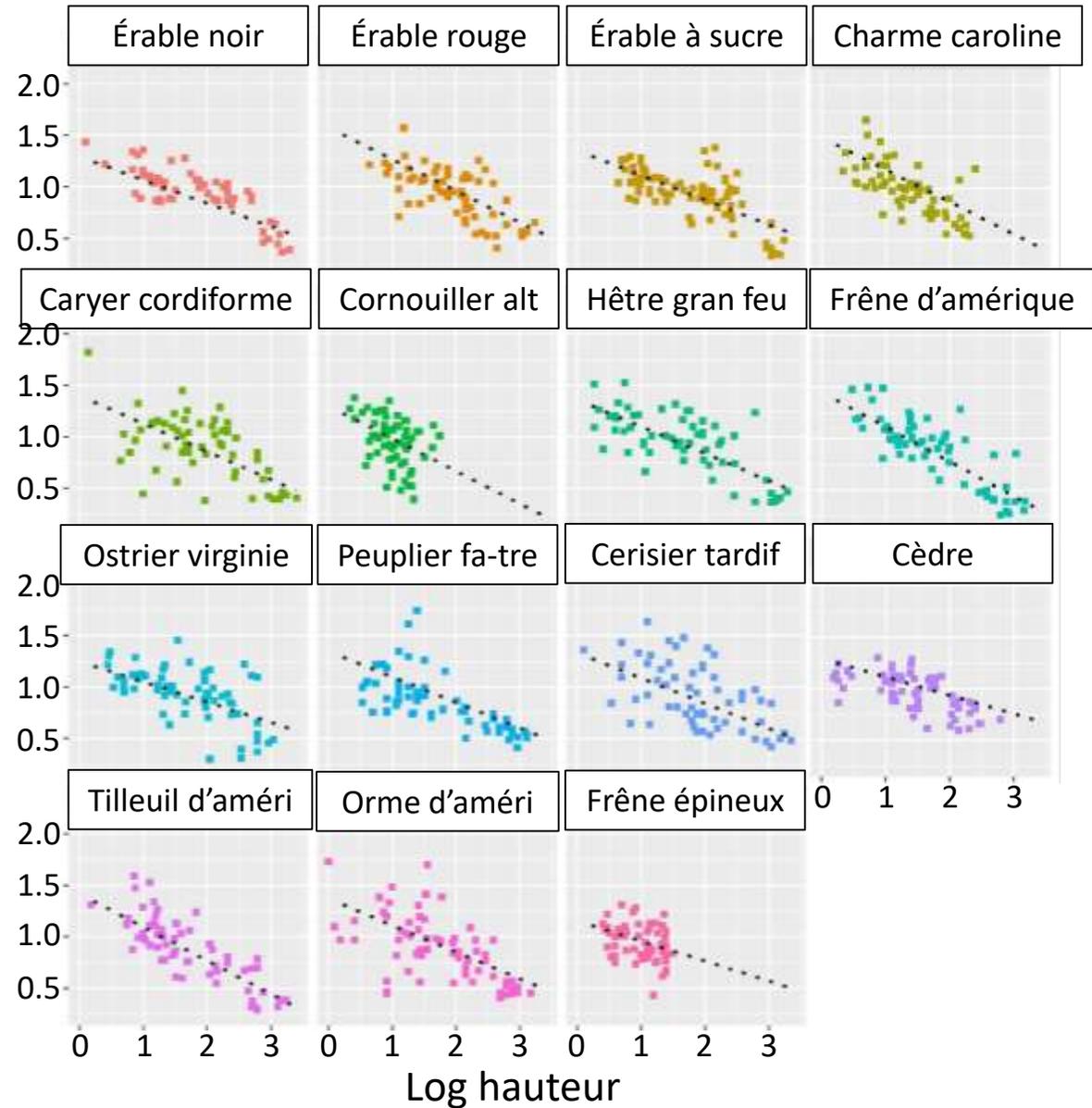


Composante 1 de l'adaptation: Plasticité phénotypique (Surface foliaire spécifique, SLA)

Gradient lumière



Surface foliaire spécifique standardisé (SLA)

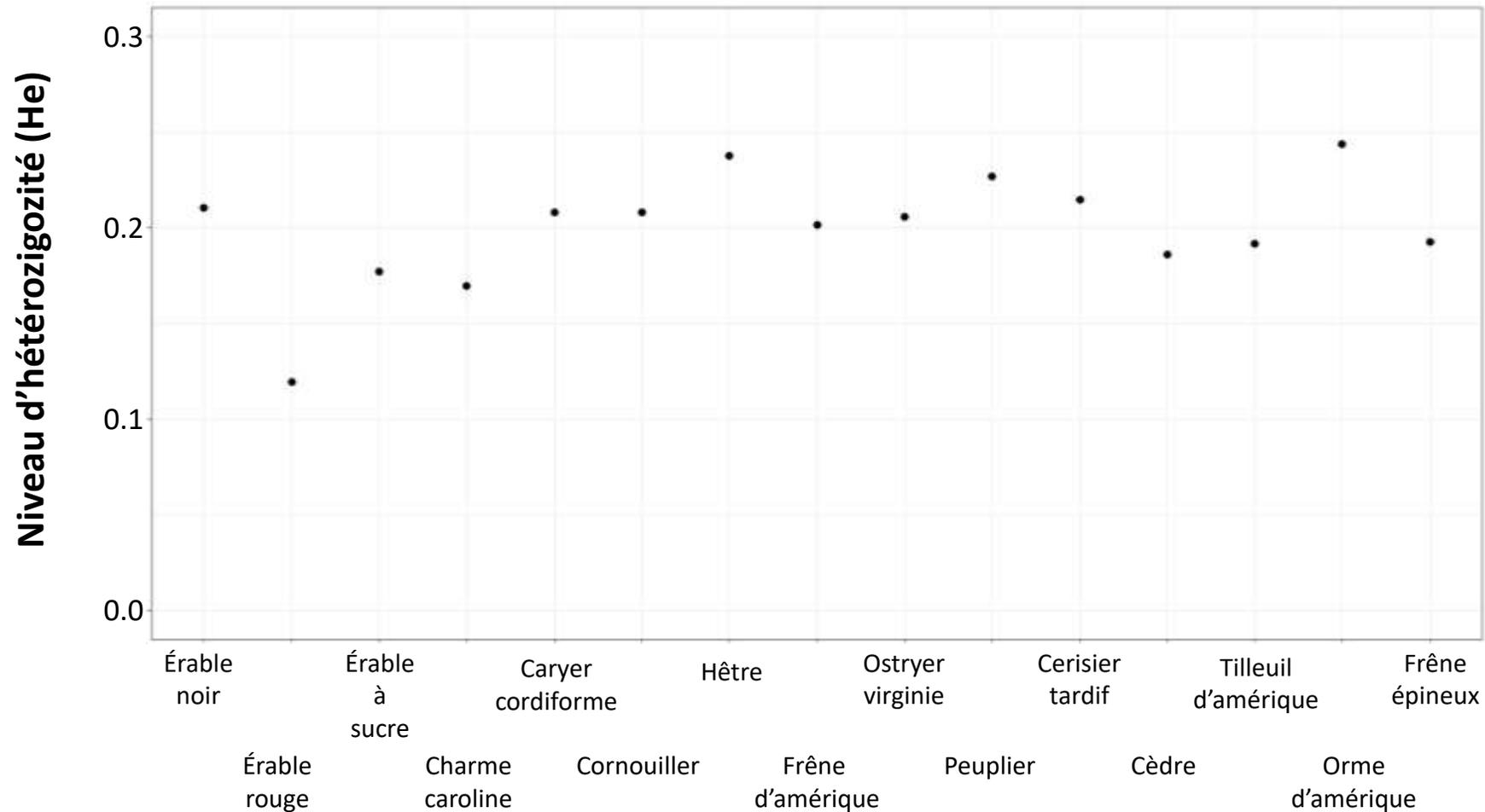


n = 60 arbres par espèce (20 arbres matures + 40 gaules)⁵⁰

Composante 2 de l'adaptation: Diversité génétique (niveau d'hétérozigosité, H_e)

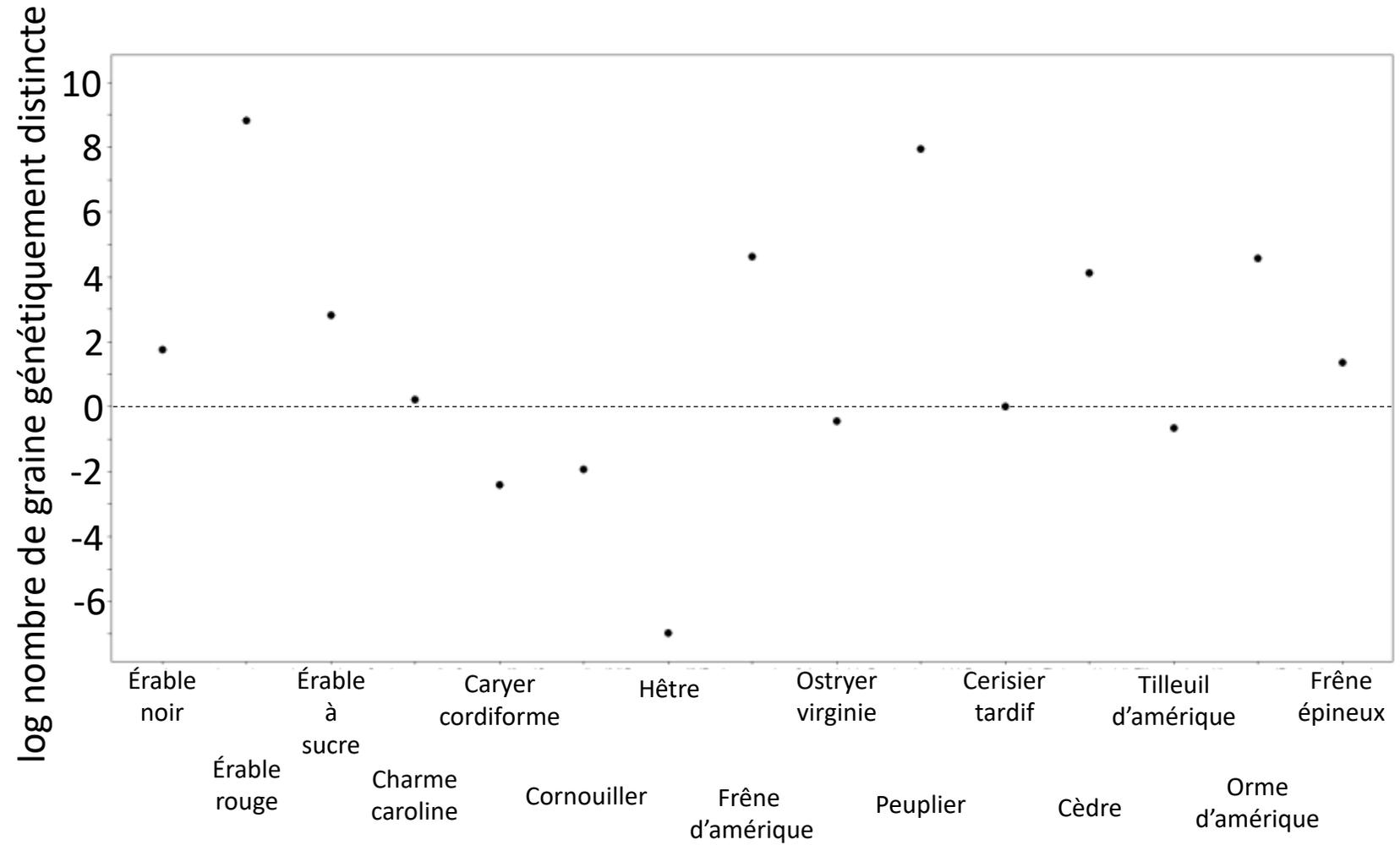
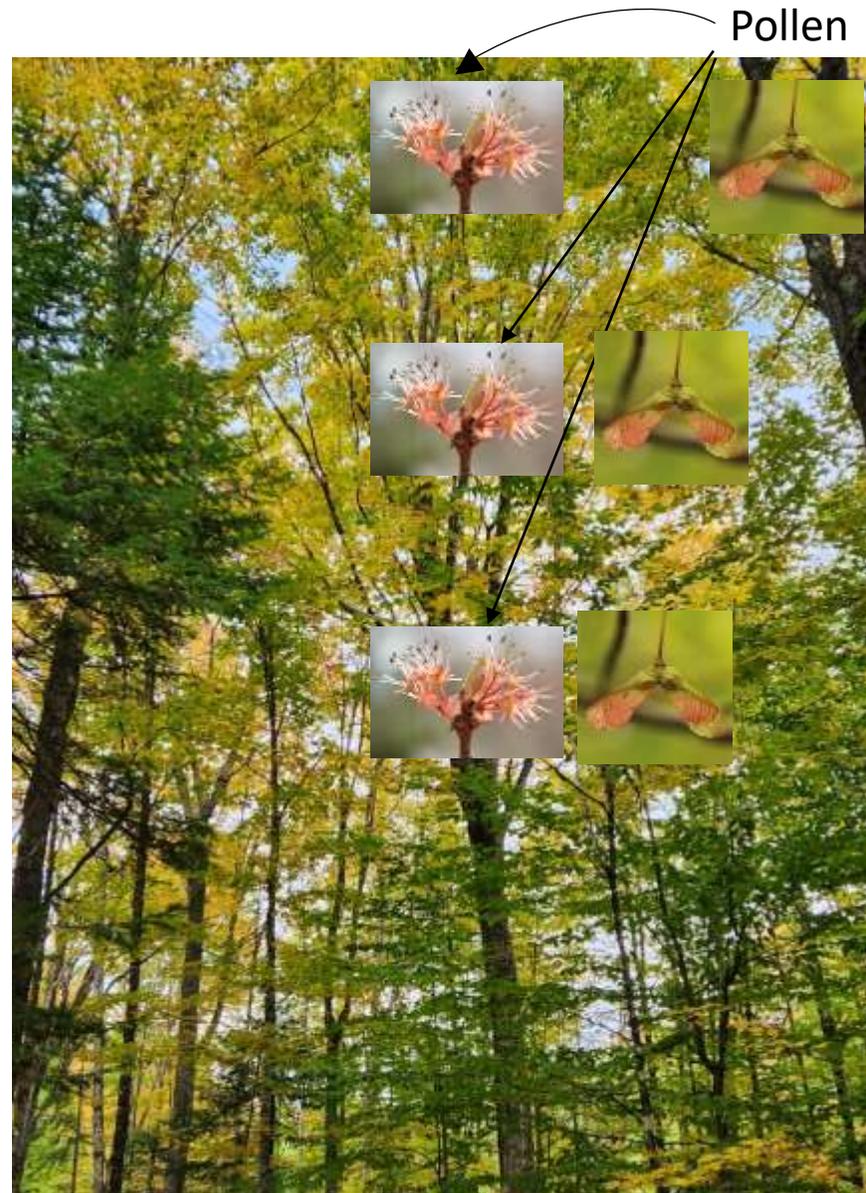
Composante 2 de l'adaptation: Diversité génétique (niveau d'hétérozigotité, He)

50 individus séquencés par espèce, méthode GBS, snp



Composante 3 de l'adaptation: échange génétique (nombre de graine génétique distincte)

Composante 3 de l'adaptation: échange génétique (nombre de graine génétique distincte)



Sommaire

Sommaire

Plasticité phénotypique
(SLA)

Diversité génétique
(He)

Échange génétique intra-pop
(NVSGD)

Élevé

Faible

Sommaire

Plasticité phénotypique
(SLA)

Diversité génétique
(He)

Échange génétique intra-pop
(NVSGD)

Élevé

- Frêne d'amérique
- Tilleuil d'amérique

Faible

Sommaire

Plasticité phénotypique
(SLA)

Diversité génétique
(He)

Échange génétique intra-pop
(NVSGD)

Élevé

- Frêne d'amérique
- Tilleuil d'amérique

Faible

- Érable noir
 - Ostryer de virginie
- Cèdre

Sommaire

Plasticité phénotypique
(SLA)

Diversité génétique
(He)

Échange génétique intra-pop
(NVSGD)

Élevé

- Frêne d'amérique
- Tilleuil d'amérique

- Orme d'amérique
- Hêtre à grande feuille

Faible

- Érable noir
 - Ostryer de virginie
- Cèdre

Sommaire

Plasticité phénotypique
(SLA)

Diversité génétique
(He)

Échange génétique intra-pop
(NVSGD)

Élevé

- Frêne d'amérique
- Tilleuil d'amérique

- Orme d'amérique
- Hêtre à grande feuille

Faible

- Érable noir
- Ostryer de virginie
- Cèdre

- Érable à sucre
- Érable rouge
- Charme de caroline

Sommaire

Plasticité phénotypique
(SLA)

Diversité génétique
(He)

Échange génétique intra-pop
(NVSGD)

Élevé

- Frêne d'amérique
- Tilleuil d'amérique

- Orme d'amérique
- Hêtre à grande feuille

- Peulier faux-tremble
- Érable rouge

Faible

- Érable noir
 - Ostryer de virginie
- Cèdre

- Érable à sucre
- Érable rouge
- Charme de caroline

Sommaire

Plasticité phénotypique
(SLA)

Diversité génétique
(He)

Échange génétique intra-pop
(NVSGD)

Élevé

- Frêne d'amérique
- Tilleuil d'amérique

- Orme d'amérique
- Hêtre à grande feuille

- Peulier faux-tremble
- Érable rouge

Faible

- Érable noir
 - Ostryer de virginie
- Cèdre

- Érable à sucre
- Érable rouge
- Charme de caroline

- Hêtre à grande feuille
- Tilleuil d'amérique

Sommaire

Plasticité phénotypique (SLA)

Élevé

- Frêne d'amérique
- Tilleuil d'amérique

Faible

- Érable noir
- Ostryer de virginie
- Cèdre

Diversité génétique (He)

- Orme d'amérique
- Hêtre à grande feuille

- Érable à sucre
- Érable rouge
- Charme de caroline

Échange génétique intra-pop (NVSGD)

- Peulier faux-tremble
- Érable rouge

- Hêtre à grande feuille
- Tilleuil d'amérique

Sommaire

Plasticité phénotypique (SLA)

Élevé

- Frêne d'amérique
- Tilleuil d'amérique

Faible

- Érable noir
 - Ostryer de virginie
- Cèdre

Diversité génétique (He)

- Orme d'amérique
- Hêtre à grande feuille

- Érable à sucre
- Érable rouge
- Charme de caroline

Échange génétique intra-pop (NVSGD)

- Peulier faux-tremble
- Érable rouge

- Hêtre à grande feuille
- Tilleuil d'amérique

Sommaire

Plasticité phénotypique
(SLA)

Diversité génétique
(He)

Échange génétique intra-pop
(NVSGD)

Élevé

- Frêne d'amérique
- Tilleuil d'amérique

- Orme d'amérique
- Hêtre à grande feuille

- Peulier faux-tremble
- Érable rouge

Faible

- Érable noir
- Ostryer de virginie
- Cèdre

- Érable à sucre
- Érable rouge
- Charme de caroline

- Hêtre à grande feuille
- Tilleuil d'amérique

Sommaire

Plasticité phénotypique
(SLA)

Élevé

- Frêne d'amérique
- Tilleuil d'amérique

Faible

- Érable noir
- Ostryer de virginie
- Cèdre

- **Érable à sucre (11/15)**

Diversité génétique
(He)

- Orme d'amérique

- Hêtre à grande feuille

- Érable à sucre

- Érable rouge

- Charme de caroline

- **Érable à sucre (13/15)**

Échange génétique intra-pop
(NVSGD)

- Peulier faux-tremble

- Érable rouge

- Hêtre à grande feuille

- Tilleuil d'amérique

- **Érable à sucre (faible)**

Sommaire

Plasticité phénotypique
(SLA)

Diversité génétique
(He)

Échange génétique intra-pop
(NVSGD)

Élevé

- Frêne d'amérique
- Tilleuil d'amérique

- Orme d'amérique
- Hêtre à grande feuille

- Peulier faux-tremble
- Érable rouge

Faible

- Érable noir
- Ostryer de virginie
- Cèdre

- Érable à sucre
- Érable rouge
- Charme de caroline

- Hêtre à grande feuille
- Tilleuil d'amérique

- **Érable à sucre (11/15)**

- **Érable à sucre (13/15)**

- **Érable à sucre (faible)**

Graduellement favoriser l'érable rouge en remplacement de l'érable à sucre

Sommaire

Plasticité phénotypique
(SLA)

Diversité génétique
(He)

Échange génétique intra-pop
(NVSGD)

Élevé

- Frêne d'amérique
- Tilleuil d'amérique

- Orme d'amérique
- Hêtre à grande feuille

- Peulier faux-tremble
- Érable rouge

Faible

- Érable noir
- Ostryer de virginie
- Cèdre

- Érable à sucre
- Érable rouge
- Charme de caroline

- Hêtre à grande feuille
- Tilleuil d'amérique

- **Érable à sucre (11/15)**

- **Érable à sucre (13/15)**

- **Érable à sucre (faible)**

Graduellement favoriser l'érable rouge en remplacement de l'érable à sucre

1) Capacité d'adaptation : Indice composé de plusieurs variables

Sommaire

	Plasticité phénotypique (SLA)	Diversité génétique (He)	Échange génétique intra-pop (NVSGD)
Élevé	<ul style="list-style-type: none">- Frêne d'amérique- Tilleuil d'amérique	<ul style="list-style-type: none">- Orme d'amérique- Hêtre à grande feuille	<ul style="list-style-type: none">- Peulier faux-tremble- Érable rouge
Faible	<ul style="list-style-type: none">- Érable noir- Ostryer de virginieCèdre <p>- Érable à sucre (11/15)</p>	<ul style="list-style-type: none">- Érable à sucre- Érable rouge- Charme de caroline <p>- Érable à sucre (13/15)</p>	<ul style="list-style-type: none">- Hêtre à grande feuille- Tilleuil d'amérique <p>- Érable à sucre (faible)</p>

Graduellement favoriser l'érable rouge en remplacement de l'érable à sucre

- 1) Capacité d'adaptation : Indice composé de plusieurs variables
- 2) Il y a plusieurs nuance dans les stratégies écologiques qui ne sont peut-être pas considérée dans les stratégies classique r/K

Agrégation des composantes de l'adaptation à l'échelle de la communauté

Agrégation des composantes de l'adaptation à l'échelle de la communauté

- Moyenne pondérée (tenir compte de l'abondance relative des espèces)



Forêt faiblement aménagée



Forêt aménagée pour la production de sirop d'érable



Forêt secondaire régénérée sur terre agricole

Résultats

Résultats

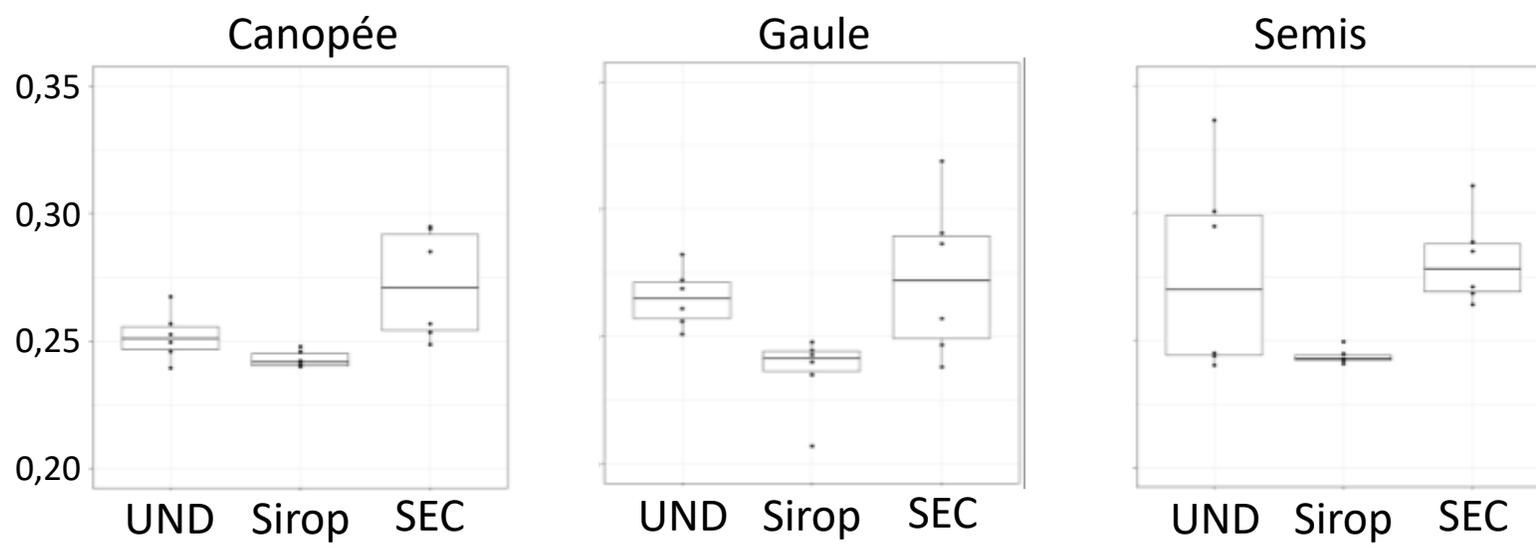
Plasticité phénotypique
(SLA)

Résultats

Plasticité phénotypique
(SLA)

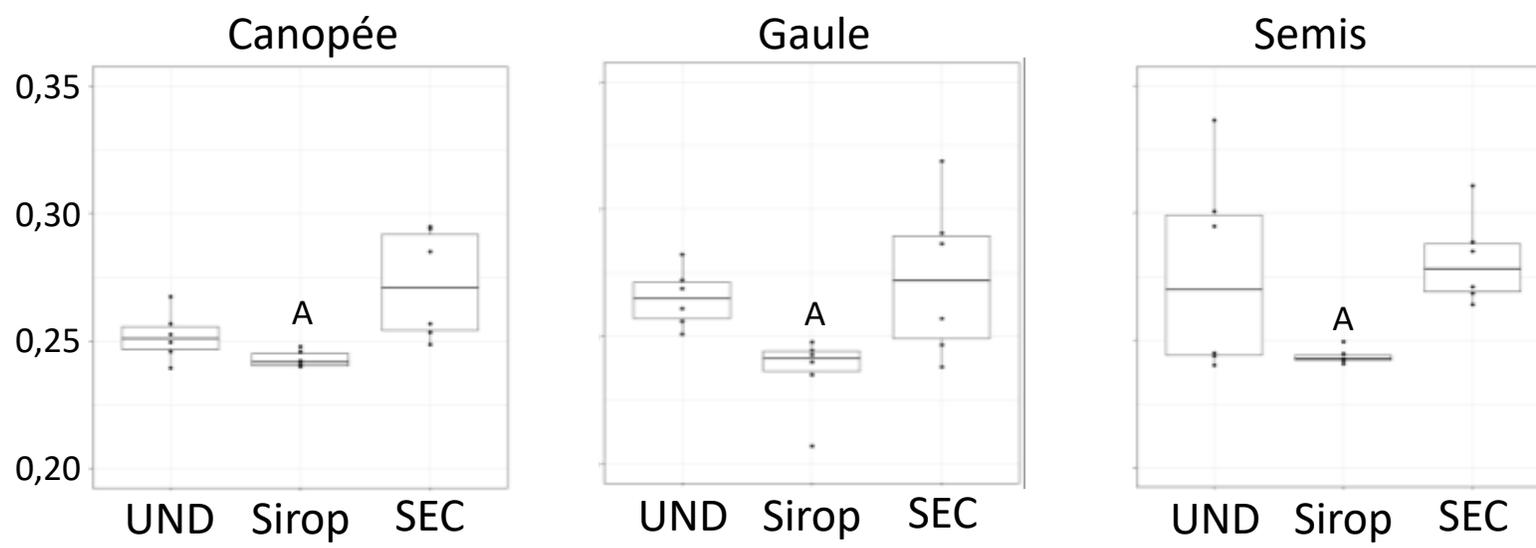
Résultats

Plasticité phénotypique
(SLA)



Résultats

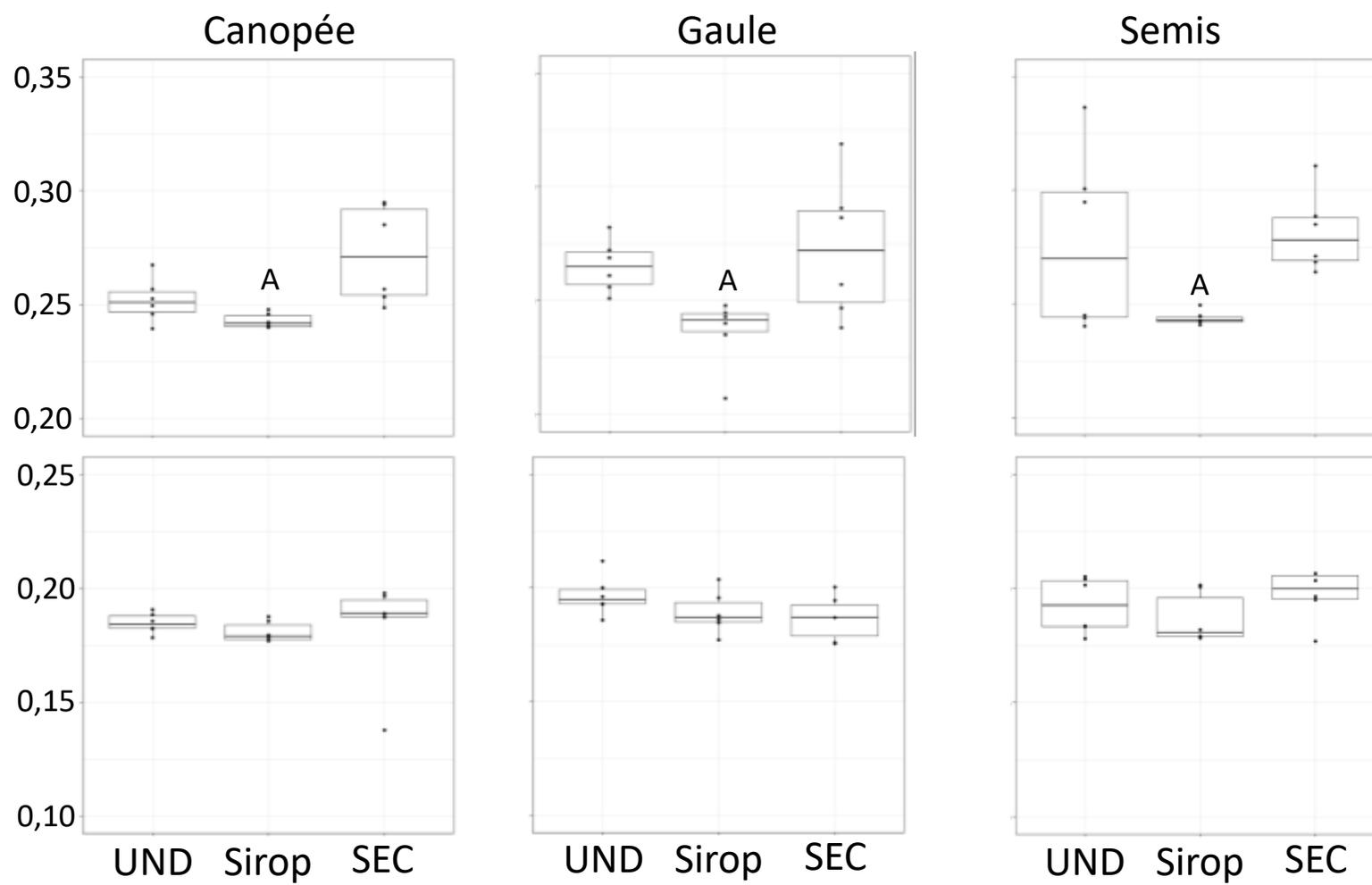
Plasticité phénotypique
(SLA)



Résultats

Plasticité phénotypique
(SLA)

Diversité génétique
(He)

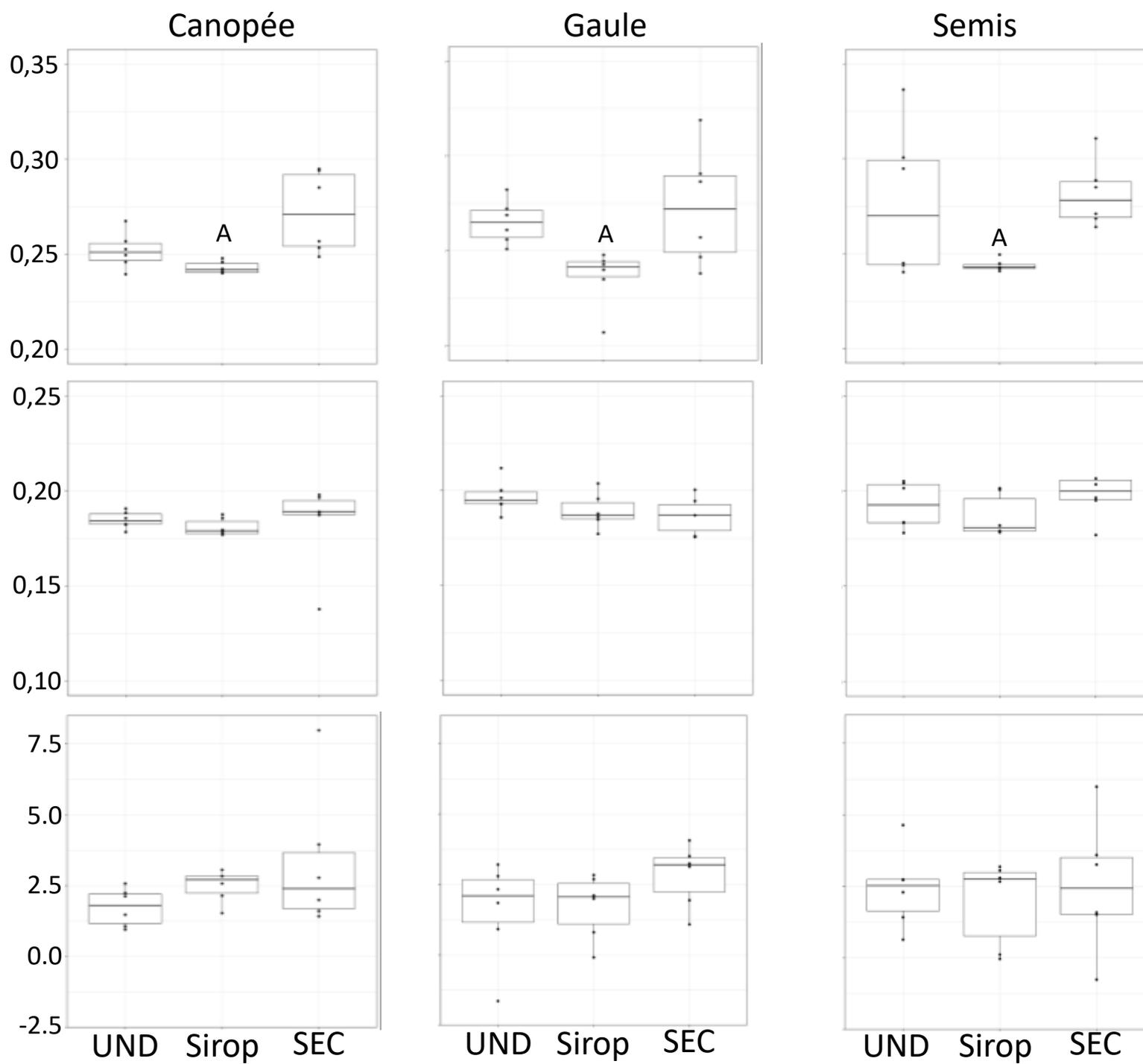


Résultats

Plasticité phénotypique
(SLA)

Diversité génétique
(He)

Échange génétique intra-pop
NVSGD

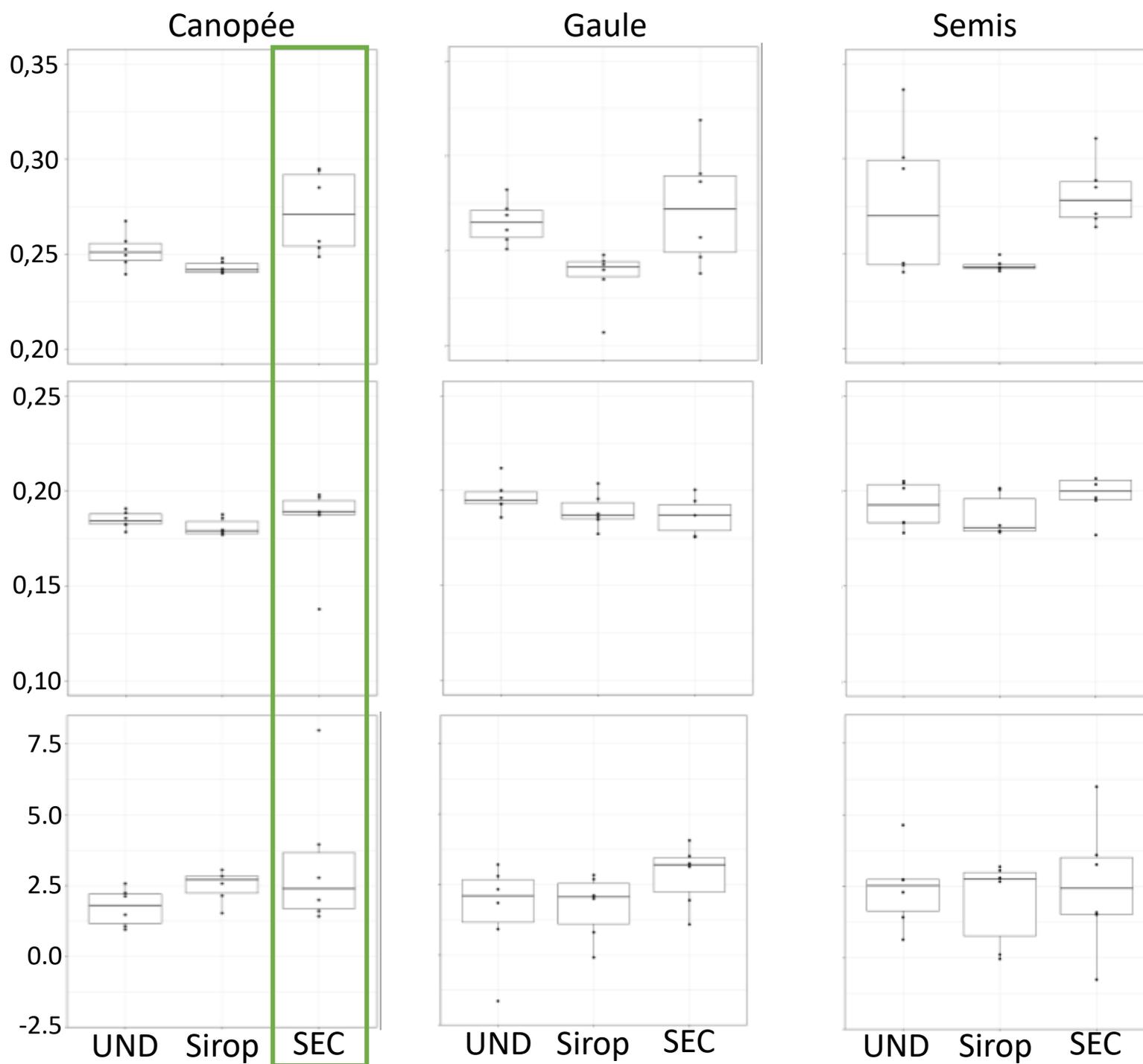


Résultats

Plasticité phénotypique
(SLA)

Diversité génétique
(He)

Échange génétique intra-pop
NVSGD



Vision générale en foresterie:

Vision générale en foresterie:

Les peuplements les moins aménagés ou perturbés devraient être plus résilients
(aménagement écosystémique)

Vision générale en foresterie:

Les peuplements les moins aménagés ou perturbés devraient être plus résilients
(aménagement écosystémique)

Les jeunes peuplements forestiers perturbés devraient être considérés comme des éléments importants du portefeuille de stratégies d'adaptations aux changements climatiques

Vision générale en foresterie:

Les peuplements les moins aménagés ou perturbés devraient être plus résilients
(aménagement écosystémique)

Les jeunes peuplements forestiers perturbés devraient être considérés comme des éléments importants du portefeuille de stratégies d'adaptations aux changements climatiques



Samuel Royer-Tardif
sroyertardif@cerfo.qc.ca

Isabelle Aubin